

# 岩石礦物礦床學會誌

第二十八卷 第五號

(昭和十七年十一月一日)

---

## 研究報文

---

- 茨城縣西堂平産柘榴石 ..... {理學博士 神大 津森 俣啓 祐一  
理學博士 加藤 磐雄  
三斜長石の光學方位及び其他の諸性質(III) ..... 理學士 加藤 磐雄  
中性長石(2)

---

## 評論雜錄

---

- 結晶體中に於ける H の狀態について(III) ..... 理學博士 高根 勝利  
結晶構造 ..... 理學博士 大森 啓一

---

## 抄 錄

---

- 礦物學及結晶學 根室海岸普通輝石の化學成分 外2件  
岩石學及火山學 北支の先震旦紀變成岩類に就て 外4件  
金屬礦床學 石英粗面岩と新期金礦脈に就ての考察 外4件  
窯業原料礦物 螢石の用途と産額 外2件  
參考科學 海水及び大氣の炭酸ガス系とその平衡 外1件

---

東北帝國大學理學部岩石礦物礦床學教室內

日本岩石礦物礦床學會

---

**The Japanese Association  
of  
Mineralogists, Petrologists and Economic Geologists.**

---

*President.*

Shukusuké Kôzu (Editor in Chief), Professor at Tôhoku Imperial University.

*Secretaries.*

Manjirô Watanabé (Editor), Professor at Tôhoku Imperial University.

Jun-ichi Takahashi (Editor), Professor at Tôhoku Imperial University.

Seitarô Tsuboi (Editor), Professor at Tôkyô Imperial University.

Jun Suzuki (Editor), Professor at Hokkaidô Imperial University.

Tei-ichi Itô (Editor), Ass. Professor at Tôkyô Imperial University.

*Assistant Secretary.*

Tunehiko Takéuti, Ass. Professor at Tôhoku Imperial University.

*Treasurer.*

Katsutoshi Takané, Ass. Professor at Tôhoku Imperial University.

*Librarian.*

Kei-iti Ohmori, Ass. Professor at Tôhoku Imperial University.

*Members of the Council.*

Kôichi Fujimura, R. S.

Muraji Fukuda, R. H.

Tadao Fukutomi, R. S.

Zyunpei Harada, R. H.

Fujio Homma, R. H.

Viscount Masaaki Hoshina, R. S.

Tsunenaka Iki, K. H.

Kinosuke Inouye, R. H.

Tomimatsu Ishihara, K. H.

Takeo Katô, R. H.

Rokurô Kimura, R. S.

Kameki Kinoshita, R. H.

Shukusuké Kôzu, R. H.

Atsushi Matsubara, R. H.

Tadaichi Matsumoto, R. S.

Motonori Matsuyama, R. H.

Kinjiro Nakawo.

Seijirô Noda, R. S.

Yoshichika Ôinouye, R. S.

Ichizô Ômura, R. S.

Jun-ichi Takahashi, R. H.

Korehiko Takéuchi, K. H.

Hidezô Tanakadaté, R. S.

Iwawo Tateiwa, R. S.

Kunio Uwatoko, R. H.

Manjirô Watanabé, R. H.

Mitsuo Yamada, R. H.

Shinji Yamané, R. H.

Kôzô Yamaguchi, R. S.

*Abstractors.*

Iwao Katô,

Yosio Kizaki,

Kei-iti Ohmori,

Katsutoshi Takané,

Kenzô Yagi.

Yoshinori Kawano,

Jun-iti Masui,

Rensaku Suzuki,

Tunehiko Takéuti,

Jun-iti Kitahara,

Yûtarô Nebashi,

Jun-ichi Takahashi,

Manjirô Watanabé,

# 岩石礦物礦床學會誌

第二十八卷 第五號

(昭和十七年十一月一日)

## 研究報文

### 茨城縣西堂平産柘榴石

Garnet from Nishi-dô-hira

理學博士 神 津 俣 祐 (S. Kôzu)

理學博士 大 森 啓 一 (K. Ohmori)

## 目 次

I 緒 言	IV 柘榴石の産出状態
II 柘榴石の母岩	1 迸入片麻岩
1 地質の概要	2 ペグマタイト
2 柘榴石の母岩	3 アプライト
III 柘榴石母岩の顯微鏡下の觀察	4 白粒岩
1 迸入片麻岩	V 柘榴石の物理恒數と化學成分
2 ペグマタイト	1 柘榴石の $n$ と $a_0$
3 コートランダイト中のアプライト	2 柘榴石の化學成分
4 白粒岩	VI 總 括

## I 緒 言

鎌倉の長谷寺及び大和の長谷寺と共に三長谷寺と並び稱せられた長谷寺が茨城縣久慈郡機初 (hatasome) 村長谷にあつたと云ふ。この長谷寺はもとはこの東北約一軒の山頂の平地にあり、この附近を堂平 (dô-daira) と呼んだ。西堂平 (Nishi-dô-hira) はこの西方に當る所である。



この西堂平からコートラングイト<sup>1)</sup>が産出することは周知のところである。このコートライグイト中にアプライト脈が貫入して、淡紅色の柘榴石を僅少なから含有する一脈がある。猶この外數條の白色細脈を見るが渡邊博士及び末野學士に従へばこれ等は概ね長石のみより成る岩脈である。更にこの北方には迸入片麻岩 (injection gneiss) が露出し、多數の柘榴石を含有する。この含柘榴石迸入片麻岩はこの附近に廣く分布する。又この中にペグマタイト岩脈が貫入し、濃紅色の美麗な柘榴石を含有する。尙更に北方には角閃岩と互層する白粒岩中にも柘榴石が認められる。

此等の母岩を異にする柘榴石の各々に就いて、産出状態、物理恒數及び化學成分等を述べ、成因考察の資料に供しようと思ふ。

この研究に際しては嘗て當地のコートラングイトを研究された渡邊教授及び其後本地域を精査された末野學士から有益なる助言を受けた、又木崎學士は余等と同行して柘榴石母岩の觀察に盡力された。記して此等三氏の好意を謝するものである。

## II 柘榴石の母岩

1 地質の概要 西堂平附近の一般地質に關しては地質調査所發行の木下技師調査の七萬五千分の一助川圖幅<sup>2)</sup>があり、又杉教授<sup>3)</sup>の調査に係る南部阿武隈の變成岩の研究がある。又コートライグイトに就いては渡邊教授<sup>4)</sup>並びに末野學士<sup>5)</sup>の研究がある。

先づ一般地質を簡単に述べると、第壹圖に見る様に西南より東北に順次第三紀砂質頁岩、コートラングイト、迸入片麻岩、雲母片岩、角閃岩及び蛇紋

1) Watanabé, M., Cortlandite and its associated rocks from Nishi-dôhira, Prov. Hitachi. Sci. Rep. Tôhoku Imp. Uni. Ser. III, 1, 33~50, 1921.

末野悌六、茨城縣西堂平産のコートラングイトに就いて、地質學雜誌, 38, 275~278, 昭 6.

2) 木下龜城、助川圖幅、同地質説明書、昭 10.

3) Sugi, K., A preliminary study on the metamorphic rocks of southern Abukuma Plateau. Jap. Jour. Geol. 12, 115~152, 1935.

4) 渡邊萬次郎、前掲。

5) 末野悌六、前掲。

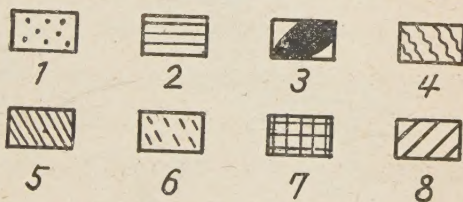
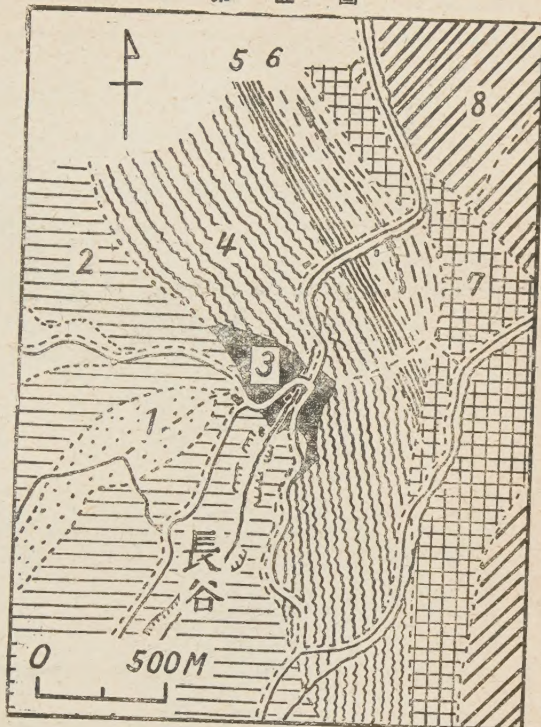
岩が分布し、この一部を第四紀の砂礫が被覆してゐる。

この中第三紀層は  $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$  西南に傾斜、その下部に基底礫岩を有し、この中にはコートラングイトや雲母片岩の礫がある。第三紀層はコートラングイトを不整合に被ふものと推される。

次に西堂平附近の實測地質圖を第貳圖に掲げる。本圖は野外に於て、縮尺 1000 分の 1 で作成したものを基にした。圖に掲げた以外に尙多數の岩脈があるが、省略する。又この斷面圖を第參圖に掲げる。

岩石の分布は圖より明かな様に南より順次次の様である。I. コートラングイト (本岩中にアブライト、種々の長石質岩脈<sup>1)</sup> 及び雲母片岩の捕獲岩

第 壹 圖



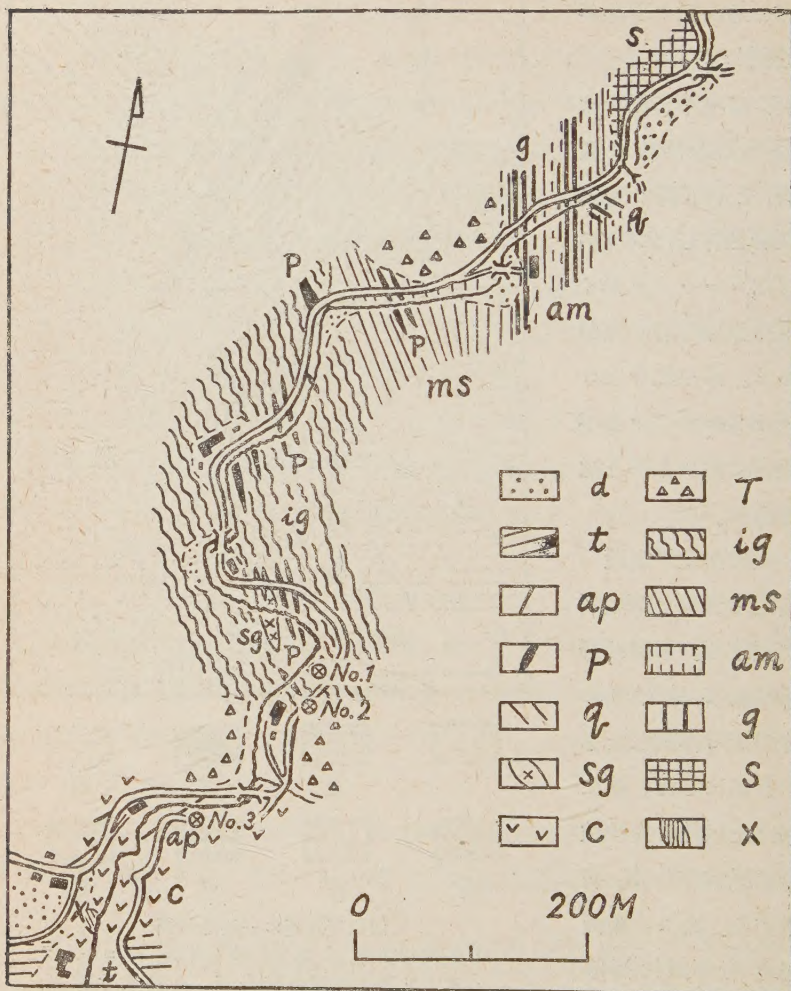
西堂平附近の一般地質圖

- 1 第四紀砂礫, 2 第三紀砂質頁岩, 3 コートラングイト及び斑瀾岩質岩石, 4 進入片麻岩, 5 雲母片岩, 6 角閃岩, 7 蛇紋岩, 8 綠色片岩

1) 本岩に就いてはこゝには觸れない。



第 貳 圖



西堂平附近の實測地質圖

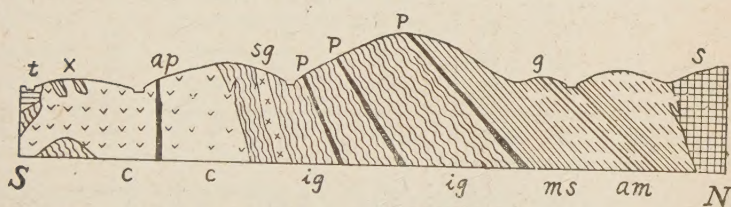
t 第三紀砂質頁岩, ap アプライト, p ペグマタイト, q 石英脈, sg 片狀花崗岩, c コートランダイト及び斑礫岩質岩石, ig 進入片麻岩, ms 雲母片岩, am 角閃岩, g 白粒岩, s 蛇紋岩, x 捕獲岩, d 段丘堆積物, T 崖推

がある)。2. 进入片麻岩 (本岩中にペグマタイト及び片狀花崗岩質岩石がある)。3. 雲母片岩 (本岩中にペグマタイト及び石英脈がある)。4. 角閃岩 (本岩中に白粒岩及び石英脈がある。白粒岩は角閃岩と互層する)。5. 蛇紋岩。

此等各種岩石の諸性質の概要を表記すれば第壹表の様である。この中分布の最も廣いものは进入片麻岩である。

进入片麻岩 (injection gneiss) は片狀構造が著しく發達し、アプライトの細脈を多數に有する。このアプライトの幅は I 耗乃至數厘で、雲母片岩との混比は所に依り異なるが、平均 40% である。即ち黒雲母に富む部分の

第 参 圖



第貳圖の切斷圖。符號は第貳圖と同じ。

方が多い。このアプライトは雲母片岩中に一般に規則正しく層間进入してゐるが、時に片理面を切つて彎曲し、複雑な形を呈することがある。之はその形から見ると Sederholm<sup>1)</sup> の命名した *ptygmatische Faltung* に類似してゐる。Sederholm は *Migmatit* 中に見られる複雑な皺曲をかく呼んだ。この *ptygmatisch* とはギリシヤ語の襞狀と言ふ意味である。同氏はこの様な皺曲の成因として、その岩石が生成當時少くとも其一部が流動性を有してゐた事に基くものと考へ、類似する例として河川中の曲りくねる包立つ條線を擧げてゐる。又岩石中の例として、*ptygmatisch gefaltete Pegmatitadern in glimmerreichem Gneiss* 及び *ptygmatisch gefaltete*

1) Sederholm, J. J., Über *ptygmatische Faltungen*. Neues Jahrb. Min. B. 36, 491~512, 1913.



## 第 壹

No.	主なる岩石	走 向	傾 斜	厚さ(概略)
1	コートランダイト	—	—	—
	ア プ ラ イ ト	N60°E	垂 直	1 m
	長 石 質 岩 脈	多 方 面	—	—
	捕獲岩(雲母片岩)	N60°W	70°NE	5
2	進 入 片 麻 岩	N20~60°W	20~50°NE	150
	ペグマタイト	N30°W	40°NE	2
	片 狀 花 崗 岩	N20°W	—	10
3	雲 母 片 岩	N20~30°W	30°NE	70
	ペグマタイト	N20°W	40°NE	1
	石 英 脈	N60°W	40°NE	0.5
4	角 閃 岩	N10~20°E	45°NE	90
	白 粒 岩	N10°E	45°NE	0.5
	石 英 脈	N50°W	50°SW	0.5
5	蛇 紋 岩	—	—	—

Aplitadern in glimmerreichem Gneiss を擧げてゐる。更にこの皺曲の廣く分布した adergneissartige Gesteine を Ptygmatite 又は ptygmatische Arterite (又は ptygmatische Migmatite) と呼んだ。

白粒岩 (granulite) は角閃岩と互層してゐる。この兩者の境は明瞭である。

ペグマタイト中にも片狀構造が少しく認められる。

他の諸岩石に就いては省略する。

2 柘榴石の母岩 柘榴石の母岩は次の4種<sup>1)</sup>である。

(1) 進入片麻岩, (2) 同上中のペグマタイト, (3) コートランダイト中のアプライト, (4) 白粒岩

1) 末野學士に依ればこの他にコートランダイト中を貫ける斜長石質混成岩中の捕獲岩中にも柘榴石が見られる。この標本は同學士より最近惠與されたから機を見て研究する。



表

色	構 造	主 要 成 分 礦 物	柘榴石 の有無
黝 色	粗 粒 塊 狀	角閃石及び橄欖石	—
灰 白 色	細 粒 塊 狀	石 英	+
灰 白 色	細粒又は粗粒塊狀	長 石	—
暗 紫 褐 色	片 狀 構 造	黑雲母, 石英	—
{ 黑雲母に富む部 分は暗紫褐色	片狀構造著し	石英, 黑雲母及び長石	+
灰 白 色	極めて粗粒	石英, パーサイト, 雲母及び電氣石	+
灰 白 色	片 狀 構 造	石 英	—
暗 紫 褐 色	片狀構造著し	黑 雲 母	—
灰 白 色	極めて粗粒	石英, パーサイト, 雲母	+
淡 白 色	細 粒 塊 狀	石 英	—
暗 緑 色	片 狀 構 造	角 閃 石	—
灰 白 色	片 狀 構 造	石 英	+
淡 白 色	塊 狀	石 英	—
濃 緑 色	纖維狀結合 晶の集	板温石, 磁鐵礦	—

此等4種の中柘榴石の最も多いのは迸入片麻岩である。アプライト中には其量僅少で、白粒岩中では其量少きのみならず其形も極めて小さい。此等岩石中に於ける柘榴石の産出状態に就いては後述する。

### III 柘榴石母岩の顯微鏡下の觀察

次に柘榴石母岩の顯微鏡下の觀察の概要を述べる。

1 迸入片麻岩 この岩石は雲母片岩質の部分とアプライト質の部分から成る。何れも片狀構造が發達する。

この雲母片岩質部分は黑雲母, 石英, 斜長石及び正長石より成り, 他に少量の柘榴石, 電氣石, 白雲母, ジルコン及び燐灰石を含有する。黑雲母は通常 0.5 耗大で, 多色性は顯著である。X=淡黄色, Y 及び Z=赤褐色。屈折率は浸液法の測定で  $\gamma=1.651$  である。黑雲母中にジルコンが包裹され, この周囲は多色性暈を呈する。この暈の半径は約 0.05 耗である。石英は約 0.2 耗大で, 他形を呈する。斜長石も通常 0.2 耗大で, 聚片双晶が發達

する。この屈折率は  $\alpha' = 1.540$ ,  $\gamma' = 1.549$  on (001) で、其成分は 24% An に相當する。正長石は大きさ約 0.6 耗で二軸性負の光學性を示す。その量は僅少である。電氣石も大きさ約 0.2 耗で、特有な多色性を呈する。一般にその主軸を片狀構造に平行に配列する。白雲母はその形、劈開及び複屈折で、又燐灰石はその形、屈折率及び複屈折で識別される。

柎榴石は大きさ約 1 耗大である。稀に十二面體結晶が認められる。柎榴石中の包裹物には黒雲母、斜長石及び炭素質物質がある。この包裹された黒雲母中にも多色性量を呈するものがある。柎榴石には累帶構造及び光學異常が認められない。

アプライト質の部分は主として石英より成る。他に少量の正長石、斜長石、柎榴石及び白雲母がある。又上述の雲母片岩から捕獲したと思はれる黒雲母及び斜長石が認められる。

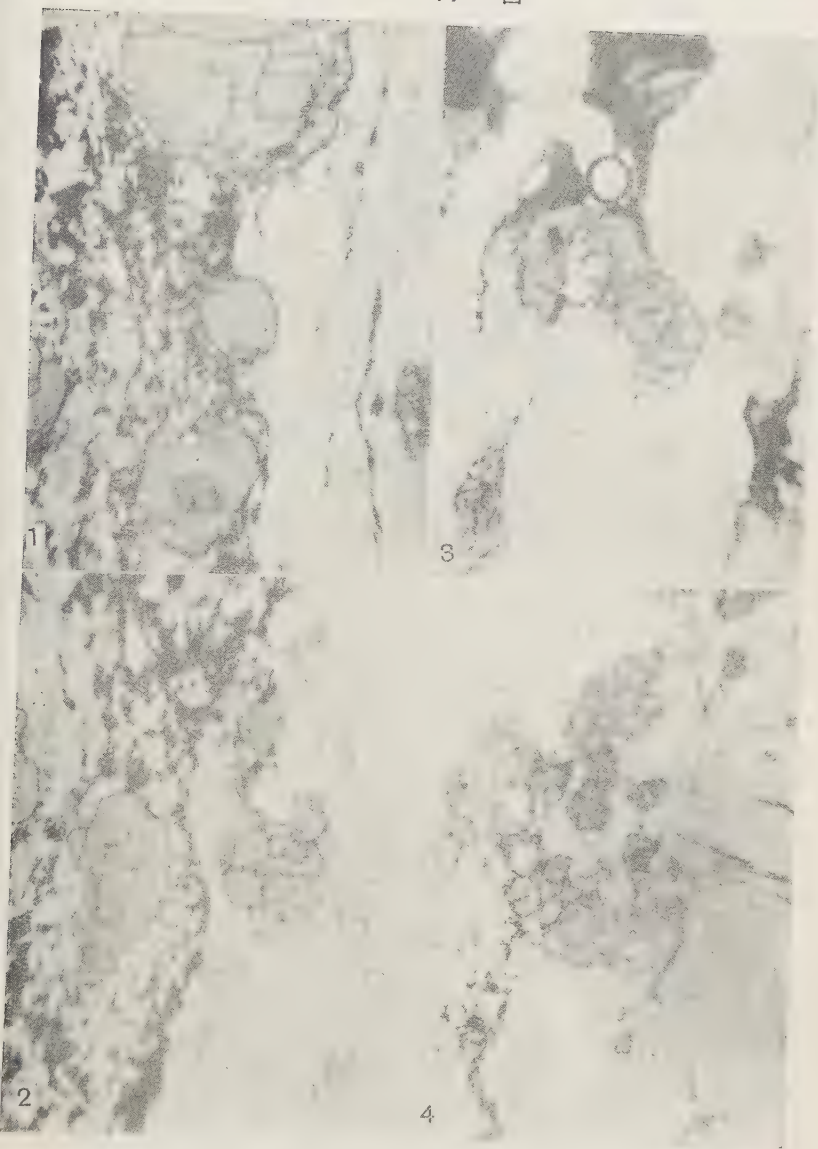
柎榴石は約 0.2 耗大で、雲母片岩質中のものより遙かに小さい。包裹物、累帶構造及び光學異常は認められない。この柎榴石は形とその周囲の礦物に依つて二種類に分けられる。その一は自形に近い形を呈し、石英中に存在するものである。他は雲母片岩質の部分が捕獲されたと思はれるものの中に存在するもので、其周囲の礦物は白雲母、絹雲母、斜長石等より成る。この兩種柎榴石は多少なり共成因を異にするものと思はれる。

尙一般に進入片麻岩中の柎榴石には、雲母片岩質よりアプライト質に向つて種々の場合が見られる。これ等を局部的に撮影したものは第四圖及び第六圖に掲げたが、これ等を綜合して模式的に描けるものは第五圖である。即ち中心部に包裹物の多い柎榴石 (Ga)、周縁部に包裹物の多い柎榴石 (Gb)、結晶外縁が不規則狀をなすもの (Gc)、結晶が小さく絹雲母及びカオリン化した長石中に存在するもの (Gd) 及び包裹物なく結晶面の跡を示すもの (Ge) である。

X 線實驗に供した試料は嘗て渡邊教授が第貳圖 No. 1 附近から採集されたもので、雲母片岩質中の柎榴石は大きさ約 0.5 耗、アプライト質中の柎榴



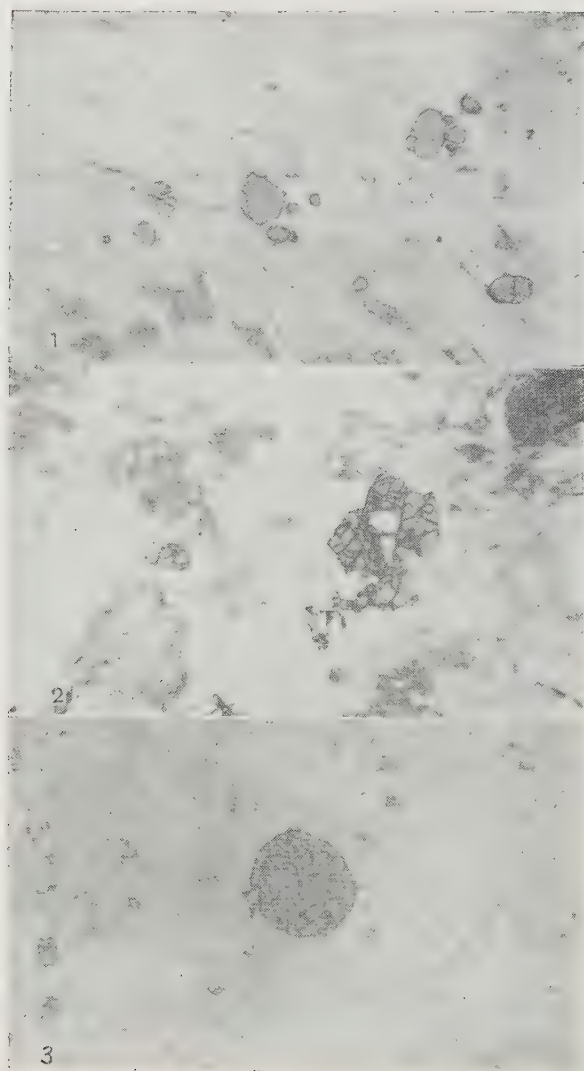
第 四 圖



进入片麻岩中の榿石

×21

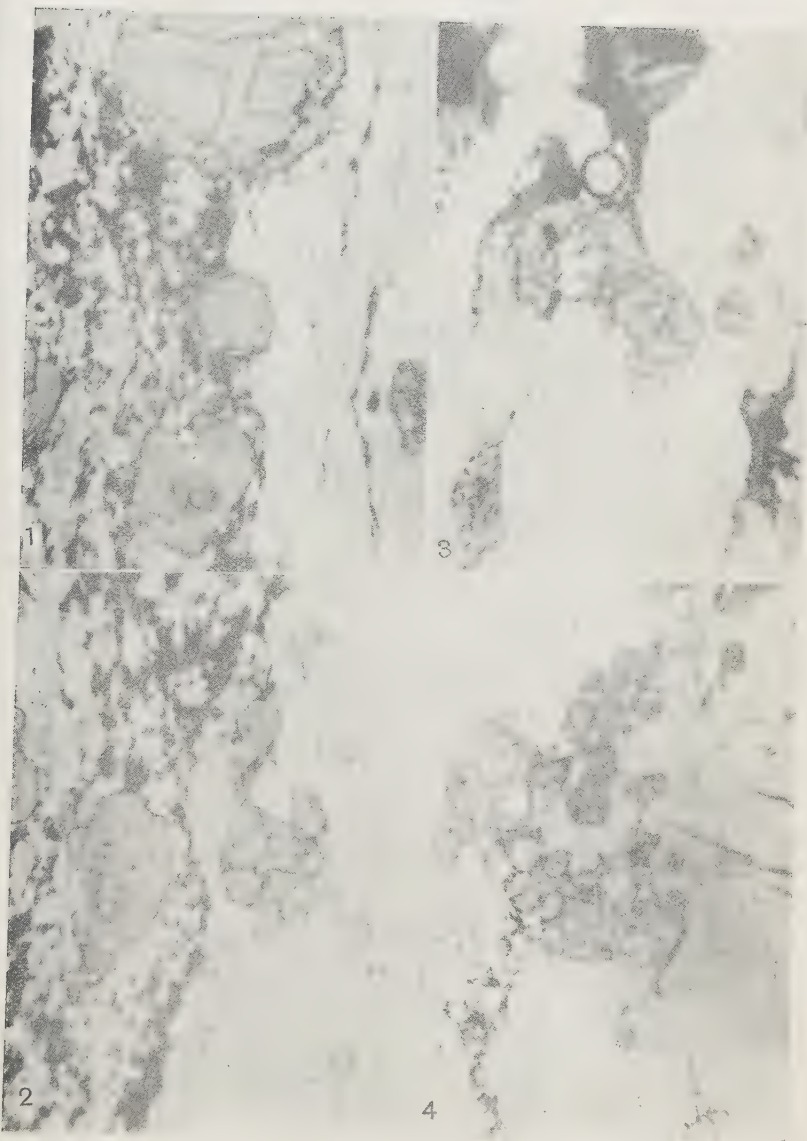
第 六 圖



- 1 侵入片麻岩のアプライト中の柎榴石  $\times 17$
- 2 コートラングダイト中に貫入せるアプライト中の柎榴石  $\times 17$
- 3 白粒岩中の柎榴石  $\times 17$



第 四 圖



透入片麻岩中の柎榴石

× 21

第 六 圖



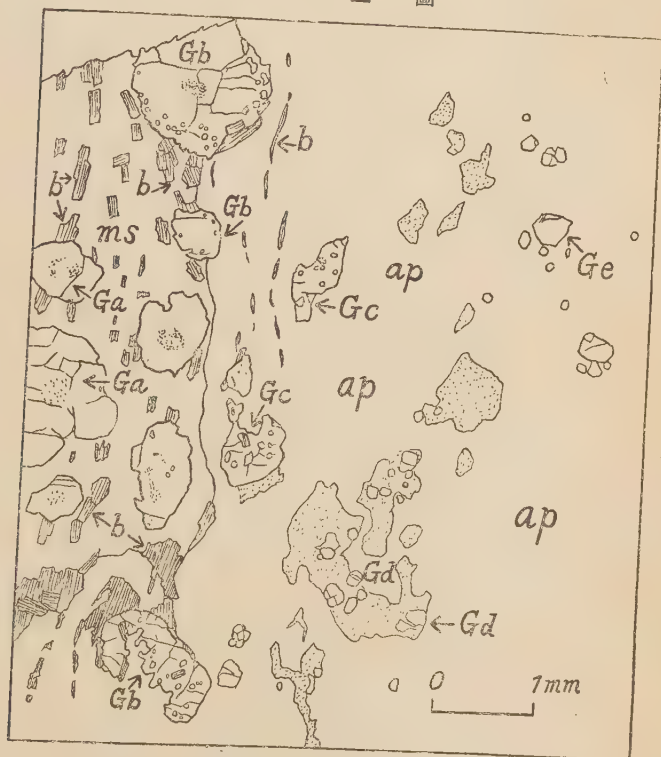
- 1 透入片麻岩のアブライト中の柎榴石  $\times 17$
- 2 コーク アブライト中の透入せしア  
ライト中の柎榴石  $\times 17$
- 3 白粒岩中の柎榴石  $\times 17$



石も大略同じ大きさである。

2 ペグマタイト ペグマタイトは主として石英及びパーサイトより成り、少量の柘榴石、電氣石及び黒雲母を含有する。石英に數種大のものがあ。結晶形は認められなかつた。パーサイトは大なるもので約1糎であ

第 五 圖



侵入片麻岩中の柘榴石の形状と分布を模式的に示す。

ms は雲母片岩質, ap はアプライト質部分。

b は黒雲母, Ga~Ge は柘榴石

る。底面劈開が發達する。パーサイト構造は微細である。中に約0.1糎大の白雲母を包裹する。

柘榴石は通常約2糎大で、結晶は二十四面體を呈する。光學異常及び累

帶構造は認められない。

X 線の實驗に供した試料は第貳圖に No. 2 に示した幅約 0.5 米のペグマタイトで、柘榴石の大きさは約 2 耗である。

**3 アブライト** 主として石英、正長石及び斜長石より成り、極く少量の柘榴石、白雲母及び黒雲母を含有する。石英は大きさ約 0.5 耗大で、波動消光を呈する。正長石は大きさ約 1 耗大でカオリン化し、斜長石は約 0.5 耗大で、微かに聚片双晶が認められる。

柘榴石は第六圖 2 に見る如く三個以上の結晶の集合を成し、其總外縁は不規則なれども其個體の各につきて見れば結晶面を示す。

顯微鏡及び X 線の實驗に供した試料は第貳圖に No. 3 に示した幅約 1 米のアブライトで、柘榴石の大きさは約 1 耗である。

**4 白粒岩** Rosenbusch<sup>1)</sup> に依ると白粒岩 (Granulit [Weiß]) は白岩 (Weißstein [Werner]) とも呼ばれ、標式的なものは柘榴石を含有し、雲母を含有しない片麻岩である。片狀構造は顯著なこともあるし、又微弱なこともある。色は白色、淡灰色、淡紅色又は帶黄色で、粒は極めて小さい。

本産地の本岩は片狀構造が發達し、石英及び長石より成る。兩者共大きさは約 0.2 耗である。他に長さ約 0.04 耗の白雲母が少量存在する。黒雲母は認められなかつた。

柘榴石は自形を呈し大きさ約 0.1 耗で、累帶構造及び包裹物は認められない。この顯微鏡寫眞を第六圖 3 に掲げる。

#### IV 柘榴石の産出狀態

**1 進入片麻岩** 進入片麻岩では、柘榴石は (a) 黒雲母に富んだ雲母片岩質、(b) 石英、正長石及び斜長石に富んだアブライト質の二部分に見られる。柘榴石の量は前者の方が多く、大きさも稍大である、即ち前者は約 1 耗が普通で後者は 0.5 耗である。又前者中には時に十二面體結晶が認められる。

1) Rosenbusch, H., Elemente der Gesteinslehre, 682~683, 1923.



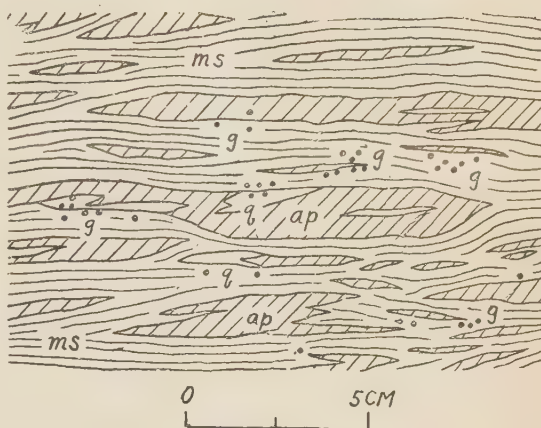
之を更に詳細に觀察すると、柘榴石は一樣に分布してゐない。雲母片岩質の部分ではアプライト質の細脈の近くに多く、而も局部的に集中してゐる傾向が認められる。又アプライト中では石英質の部分に多い様である(第七圖参照)。

之と同様なことはペグマタイトに貫かれた時にも認められる。第八圖から明かな様に、柘榴石はペグマタイトの下側に多く、而も或る部分に密集する傾向がある。柘榴石の色は兩者共濃紅色で、半透明である。

## 2 ペグマタイト

ペグマタイト中でも柘榴石は部分的に集中し、一樣に分布し

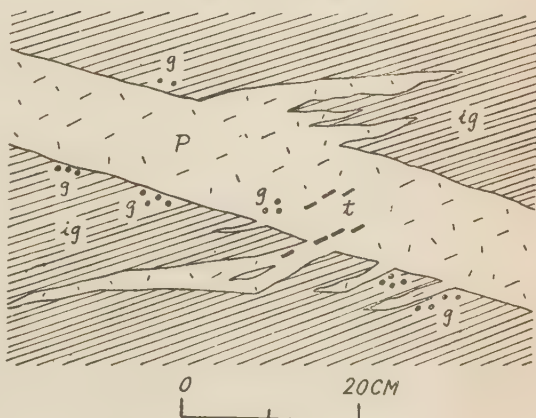
第 七 圖



侵入片麻岩中の柘榴石の産状

ms 雲母片岩, ap アプライト,  
q 石英質部分, g 柘榴石

第 八 圖



侵入片麻岩中に貫入せるペグマタイト

ig 侵入片麻岩, P ペグマタイト,  
g 柘榴石, t 電氣石

第 九 圖

ない傾向がある。而もペグマタイトの周縁部に多い様である(第八圖及び第九圖)。

柘榴石の大きさは約2 耗大で、二十四面體結晶がある。透明で美麗な濃紅色を呈する。



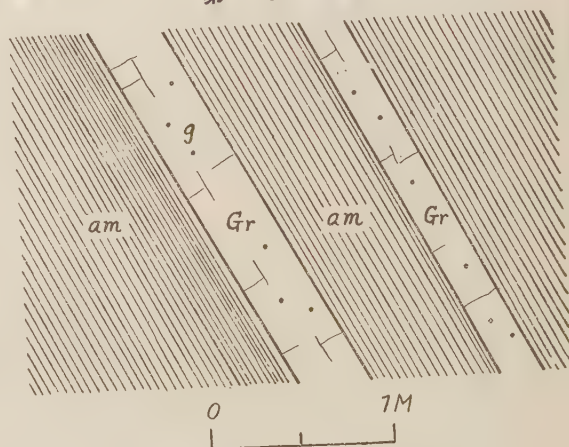
进入片麻岩中のペグマタイト

ig 进入片麻岩, P ペグマタイト, g 柘榴石

3 アプライト コートランダイト中のアプライト中に産する柘榴石は大き約1 耗で淡紅色を呈し、結晶形は認められなかつた。柘榴石の量は僅少である。

第 拾 圖

4 白粒岩 白粒岩中の柘榴石は極めて小さく、辛じて肉眼で認められる程度であるが、顯微鏡下には多數見られる。柘榴石は大略一様に分布する様である。色は濃紅色である(第拾圖)。



白粒岩中の柘榴石

Gr 白粒岩, am 角閃岩, g 柘榴石

尙本調査區域外であるが、長谷の東南方約1 耗の河岸にも进入片麻岩中

に柘榴石が産する。

# V 柘榴石の物理恒數と化學成分

1 柘榴石の  $a$  と  $n_0$  柘榴石の屈折率 ( $n$ ) は標準硝子を用ゐる浸液分散法で測定した。この結果を第貳表に掲げる。进入片麻岩中の柘榴石は雲母片岩質の方がアプライト質中より高い、即ち前者は  $n=1.807$  で後者は  $n=1.812$  である。之は柘榴石の化學成分が異なる爲である。又ペグマタイト中の柘榴石は  $n=1.813$  で、进入片麻岩中のアプライト質中のものに近似してゐるが、コートランダイト中に貫入したアプライト中の柘榴石は  $n=1.806$  である。又白粒岩中の柘榴石は大略  $n=1.809$  である。

第 貳 表

No.	柘 榴 石 の 母 岩	$n$	$a_0$
1	进入片麻岩 { 雲母片岩質 アプライト質	1.807	11.533A
2		1.812	11.544
3	ペグマタイト	1.813	11.535
4	ア プ ラ イ ト	1.806	11.520
5	白 粒 岩	ca 1.809	—

格子恒數 ( $a_0$ ) は粉末 X 線寫眞から計算した。試料は上述と同じものを用ゐた。先づ試料に等量の黄鐵礦粉末を混入し、この兩者を同一フィルム上に撮影した。次に黄鐵礦の反射線間距離から補正曲線を作り、この曲線を用ゐて柘榴石の反射線間測定距離を補正し、格子恒數を算出した。X 線管球の對陰極には Fe を用ゐた。又フィルム上の反射線間距離の測定にはコンパレーターを使用した。カメラは教室で作製したものを使用し、この三個より得た結果を平均して  $a_0$  とした。この結果を第貳表に掲げる。

进入片麻岩中の柘榴石は雲母片岩質中のもの  $a_0=11.533A$  で、アプライト質中のもの  $a_0=11.544A$  である。又ペグマタイト中のものは  $a_0=11.535A$  で、コートランダイト中のアプライト中のものは  $a_0=11.520A$  である。白粒岩中の柘榴石は結晶が極めて小さく、實驗試料を集めるに相當の時日を要するのでこゝには省略した。

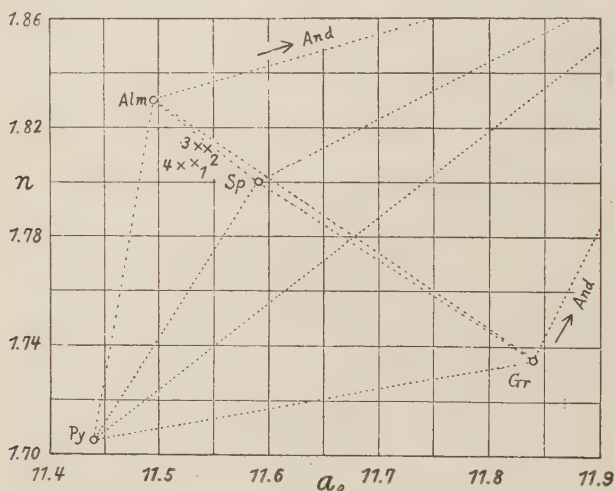


## 第 參

端成分 母岩	進 入 片 麻 岩					
	雲 母 片 岩 質			ア ブ ラ イ ト 質		
Alm	47.81%	67.57%	78.61%	45.62%	69.00%	82.07%
Sp	44.47	—	—	52.61	—	—
Py	7.72	23.20	8.95	1.77	20.08	3.21
And	—	9.25	—	—	10.92	—
Gr	—	—	12.44	—	—	11.72

2 柘榴石の化學成分 上述の如く本地産柘榴石は其形小さく且其量少いから精密なる比重測定に適するだけの量を得ること極めて困難である。故に比重は測定しなかつた。それでこれ等柘榴石の物理恒数は  $n$  と  $a_0$  を知

第 拾 壹 圖



1 は進入片麻岩を構成する雲母片岩部中の柘榴石、  
2 は同上アプライト質中の柘榴石、3 はペグマタイト、4 はアプライト中の柘榴石

るを得たるのみである。この二つの物理恒数から化學成分の算出は理論的には出来ないが他の考慮を加へて其概要を窺つたのである。

$n$  と  $a_0$  を  $n-a_0$  作圖内に投影すると第拾壹圖の様である。この圖を見

表

ペ グ マ タ イ ト			ア プ ラ イ ト		
53.05%	72.55%	89.45%	57.50%	70.43%	79.99%
43.88	—	—	32.25	—	—
3.07	18.34	4.27	10.25	22.75	16.63
—	9.11	—	—	6.82	—
—	—	12.28	—	—	3.38

ると何れも三角形 Alm-Sp-Py, Alm-Py-And 及び Alm-Py-Gr 内に位する。

今本柘榴石の主成分が Alm, Sp, Py の三成分で他の二成分 Gr 及び And は除外し得る程度の少量であると考へ得るか、或は Alm, Py, And が主成分で他の二成分が除外し得るか、或は又 Alm, Py, Gr が主成分で他の二成分を除外し得るかを検討する爲に、n と  $a_0$  から成る聯立三元一次方程式より端成分の混比を算出して見ると第參表の様である。

第參表に見るが如く And 及び Gr を除外する場合と Sp 及び And 或は Sp 及び Gr を除外する場合とは其結果に著しき差異を生ずる。然し吾人の經驗ではアプライト或はペグマタイトの如き珪酸に富む岩石中の柘榴石には Sp 分子を相當量存することが周知のことである、且つ本地域の侵入片麻岩中には石灰に富む礦物を缺くから其原岩中に石灰成分が少なかつたことを想像してもよいと思はれる。故に Gr 及び And の如き石灰成分を持つ分子は其量が尠いとしても大差がないと考へられる。かく考ふるを適當とすれば、此等柘榴石は三成分系では Alm-Sp-Py より成り、この混比は次の様である

	Alm	Sp	Py
侵入片麻岩 { 雲母片岩質	47.81%	44.47%	7.72%
{ アプライト質	45.62	52.61	1.77
ペグマタイト	53.05	43.88	3.07
アプライト	57.50	32.25	10.25

即ち何れも主として Alm 及び Sp より成る。

但しこれ等の値は  $n$  及び  $a_0$  のみを根元として算出したものであるから猶ほ改善を要するものであることは勿論である。他口比重或は  $MnO$  の量を知るを得ば、一層正確なる値を算出することが出来る。余等の経験からでは上記の結果に於て  $Sp$  分子が少しく過多に失するのではないかと思はれるが、これ等の點は將來の研究に俟つこととして、茲では單にこれら成分に對する概要を窺ふに止める。

## VI 總 括

1 进入片麻岩は雲母片岩質部とアプライト質部に大別され、前者は礫土質水成岩の變質せるもので、後者は主として进入アプライトである。

2 一つの进入片麻岩塊中に於ける雲母片岩部中の柘榴石とアプライト質中の柘榴石とは其物理性質に於て實驗誤差の範圍を越える差異を呈する、即ち前者は  $n=1.807$ ,  $a_0=11.533A$ , 後者は  $n=1.812$ ,  $a_0=11.544A$  である。

從つて其化學成分も異なり次の如く推定される。

	Alm	Sp	Py
进入片麻岩 { 雲母片岩質中の柘榴石	47.81%	44.47%	7.72%
{ アプライト質中の柘榴石	45.62%	52.61%	1.77%

アプライト質中のものは約 8% の  $Sp$  が多い。既述の如く、これ等化學成分は單に兩者の差異の傾向を示すのみである。

3 进入片麻岩を貫通するペグマタイト中の柘榴石は  $n=1.813$ ,  $a_0=11.535A$  で、其成分は  $Alm=53.05\%$ ,  $Sp=43.88\%$ ,  $Py=3.07\%$  となり、前二者に比し  $Alm$  が約 10% 多いことになる。

4 コートラングライトを貫通するアプライト中の柘榴石は  $n=1.806$  で  $a_0=11.520A$  で、其成分は  $Alm=57.50\%$ ,  $Sd=32.25\%$ ,  $Py=10.25\%$  となり、 $Py$  が上記の三種より多いことが特に目立つ。この性質はコートラングライトと關係を持つものに相應はしいと思はれる。

5 要するに本地域に産する柘榴石は其母岩の異なるに従ひ實驗誤差の



範圍を越える差異を呈するが、大體より見れば其性質は近似のもので第拾壹圖で明かである。即ち柘榴石の種類としては殆んど同種に屬し, almandine-spessartite と呼ぶか或は spessartite-almandine と呼ぶべきもので、Sp 及び Alm を略等量に含み相接する性質のものである。

本研究に要した費用の一部分は文部省科學研究費及び日本學術振興會から支給されたものである。ここに明記して深謝の意を表する。

### 三斜長石の光學方位及び其他の諸性質(III) 中性長石(其二)

Optical orientation and other properties of  
triclinic feldspars (III) Andesine (2)

理 學 士 加 藤 磐 雄 (I. Katô)

**ABSTRACT** The optical orientation of the andesine from Nishi-shioda-mura, Shinano, Japan has been also determined by the same way as used in the pervious experiments. The results are as given in Tabs. 1-3. The studies have been also carried out under the guidance of Prof. S. Kôzu.

信濃國小縣郡西鹽田村前山產の中性長石は大きさ平均 6 乃至 7 mm, 晶相に二種あり, (010) 面の發達良好で扁平なるものと, (010) 及び (001) 面の發達良好で柏子木狀のものとなり, 諸種の双晶をなし, カルスバド式の交叉透入せるもの多く, 俗に違石と稱せられ著名である。

本長石に關しては夙に神津教授<sup>1)</sup>により記載せられる處あり, 又其化學分析は西川氏<sup>2)</sup>によつて行はれた。其後 F. Becke<sup>3)</sup>は西川氏分析の結果の示す如く,  $\text{Ab}_{54}\text{An}_{38}\text{Or}_8$  なる分子式を有するものとして, 他の諸產地のものと共に, 中性長石の一つとして, その光學方位を決定し, 主屈折率  $\alpha = 1.5461$ ,  $\beta = 1.5498$ ,  $\gamma = 1.5531$ ; 光軸角  $2V_\gamma = 93^\circ 21'$  を與へた。更に最

1) 神津叔祐, 前掲。

2) 和田, 日本鑛物誌, 184, 大正 5。

3) F. Becke, 前掲。

第 壹 表

(a)							
(001) に平行 なる 薄片		X		Y <sup>1)</sup>		Z	
		n	h	n	h	n	h
薄 片 No. 7	第 1 回	181.°5	1.°5左	275.°0	64.°0左	270.°5	26.°0右
	第 2 回	17.°0	2.°5左	110.°5	63.°0右	106.°0	27.°0右
(b)							
(010) に平行 なる 薄片		弾 性 軸 の 位 置					
		X		Y		Z	
		$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$	$\lambda$
薄 片 No. 7	第 1 回	0.°5	62.°5	-22.°0	-28.°0	68.°0	-28.°0
	第 2 回	-0.°5	61.°5	-23.°5	-28.°5	67.°0	-28.°0
	平 均	0.°0	62.°0	-22.°8	-28.°3	67.°5	-28.°0

1) Y 軸の位置はウルフ網面上作圖に依り求む。

第 貳 表

(a)							
(010) に平行 なる 薄片		X		Y		Z <sup>2)</sup>	
		n	h	n	h	n	h
薄 片 No. 3	第 1 回	175.°5	1.°5左	265.°0	20.°0右	268.°0	70.°0左
	第 2 回	174.°5	1.°0左	262.°0	21.°0右	268.°0	69.°0左
薄 片 No. 5	第 1 回	183.°0	1.°5右	273.°5	22.°0右	268.°5	68.°5左
	第 2 回	171.°5	1.°0右	262.°0	22.°0右	258.°5	68.°0左
(b)							
(010) に平行 なる 薄片		弾 性 軸 の 位 置					
		X		Y		Z	
		$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$	$\lambda$
薄 片 No. 3	第 1 回	1.°0	63.°0	-20.°0	-27.°0	70.°0	-28.°0
	第 2 回	0.°5	62.°5	-21.°0	-28.°0	69.°0	-30.°0
	平 均	0.°8	63.°8	-20.°5	-27.°5	69.°5	-29.°0
薄 片 No. 5	第 1 回	-1.°5	63.°0	-22.°0	-28.°0	38.°0	-23.°5
	第 2 回	-1.°0	62.°0	-22.°0	-29.°0	68.°5	-25.°0
	平 均	-1.°3	62.°5	-22.°0	-28.°5	68.°3	-24.°3

2) Z 軸の位置はウルフ網面上作圖に依り求む。

(Tab. 1)

(010) 劈 開		光 軸		
n	h	j		
271.°0	4.°0右	.....		
286.°5	4.°0右	.....		
光 軸 の 位 置				
A		B		2V(—)
φ	λ	φ	λ	
.....	.....	.....	.....	
.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....

(Tab. 2)

(001) 劈 開		光 軸	
n	h	jA	jB
84.°0 262.°5	4.°0右 4.°0左	312.°5 4.5°0	46.°0 312.°5
271.°5 259.°0	4.°0左 4.°0左	314.°0 314.°0	47.°5 47.°5

光 軸 の 位 置				2V(—)
A		B		
φ	λ	φ	λ	
—40.°0	81.°5	41.°0	44.°5	86.°5
—40.°0	80.°5	39.°0	44.°0	87.°5
—40.°0	81.°0	40.°0	44.°3	87.°0
—40.°5	82.°0	39.°0	43.°0	87.°0
—40.°0	81.°0	39.°0	43.°0	86.°5
—40.°3	81.°5	39.°0	43.°0	86.°7



第 參 表

		彈 性 軸 の 位 置					
		X		Y		Z	
		$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$	$\lambda$	$\varphi$	$\lambda$
//(001)	No. 7	0.°0	62.°0	-22.°8	-28.°3	67.°5	-28.°0
// (010)	No. 3	0.°8	63.°8	-20.°5	-27.°5	69.°5	-29.°0
	No. 5	-1.°3	62.°5	-22.°0	-28.°5	68.°3	-24.°3
	平 均	-0.°3	63.°2	-21.°3	-28.°0	68.°9	-26.°7
總 平 均		-0.°2	62.°6	-22.°1	-28.°2	68.°2	-27.°4
F. Becke		-0.°3	60.°0	-25.°0	-29.°1	65.°2	-30.°2
A. Engels		-3.°8	55.°5	-20.°9	-35.°9	68.°7	-24.°5
明川郡下古面倉徳産		0.°8	57.°6	-25.°8	-33.°3	64.°3	-29.°1

近に到り A. Engels<sup>1)</sup> によつて、化學分析並びに經緯鏡臺上の實驗が行はれた。同報告中に示せる化學分析表を脚註<sup>2)</sup>として茲に掲げる事とする。

本産地産結晶中より (001) 並びに (010) 面に平行なる二種の薄片を作製するに際しては前實驗に供した長石の場合と全く同様の注意を以てし各數枚の薄片を得た。薄片の良否を検するに當つては、既述の如き注意を拂ふと同時にその累帶構造の状態をも考慮した。前報告<sup>3)</sup> 明川郡下古面倉徳産のものは、無色透明包裹物少く、又双晶現象も認めず中性長石として稀有のものとされて居る。之に反し本産地のものは、累帶構造が比較的發達して居るが、その特徴とするところは、極めて美しい、縞模様をなす累帶が、特に結晶の外圍部に密に發達して居ることであつて、且つその核心部は稍々廣い面積を占める傾向が認められる。測定に際してはこの中心部を選び、又

1) A. Engels, 前掲。

2) A. Engels 分析は  $\text{SiO}_2=58.95$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3=24.79$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3=0.77$ ,  $\text{MgO}=0.74$ ,  $\text{CaO}=7.06$ ,  $\text{Na}_2\text{O}=6.49$ ,  $\text{K}_2\text{O}=0.99$ ,  $\text{Total}=99.79$ , これより計算して  $\text{Ab}=58.77$ ,  $\text{An}=35.34$ ,  $\text{Mi}=5.89$  なることを示し、又西川分析,  $\text{SiO}_2=58.21$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3=26.46$ ,  $\text{CaO}=7.58$ ,  $\text{Na}_2\text{O}=6.32$ ,  $\text{K}_2\text{O}=1.28$  より計算して  $\text{Ab}=55.68$ ,  $\text{An}=36.9$ ,  $\text{Mi}=7.42$  なることを示して居る。

3) 加藤磐雄, 三斜長石の光學方位及び其他の諸性質(III) 中性長石(1), 岩礦, 28, 134~139, 昭 17.

(Tab. 3)

光 軸 の 位 置				2V(－)
A		B		
φ	λ	φ	λ	
.....	.....	.....	.....	.....
－40.°0	81.°0	40.°0	44.°3	87.°0
－40.°3	81.°5	39.°0	43.°0	86.°7
－40.°2	81.°3	39.°5	43.°7	86.°8
－40.°2	81.°3	39.°5	43.°7	86.°8
－36.°3	80.°4	37.°1	40.°0	.....
.....	.....	.....	.....	.....
－45.°6	85.°0	41.°8	34.°8	82.°1

特に此核心部の廣いもの又はかゝる累帶構造の著しくないものを選出した。斯くして條件に適する薄片として(001)に平行なるもの一枚,(010)に平行なるもの二枚を得た。

上記二種の薄片に於て經緯鏡臺 UT 4 型(硝子半球の屈折率  $n=1.557$ )を使用して測定した光學方位は第壹表及び第貳表に示す通りである。

(001)に平行な薄片では光學的彈性軸の中 Y 軸の位置が直接測定し得ず圖上の作圖に依つた。(010)に平行な薄片では、Z 軸は作圖によるも、Y 軸が直接測定せられ兩光軸を決定し得ることは倉徳産の中性長石の場合と同様である。此等は夫々第壹表並びに第貳表の(a)に示す如くであるが、又結晶投影の慣例に従つて轉換した結果は各表の(b)に示す如くである。又兩種の薄片より得た結果の總平均値は第參表に示す通りである。

測定結果を通覽すれば、兩種の薄片より得た結果は、よく一致した値を示して居る。但し(010)に平行な薄片 No. 5 にあつては  $\lambda_z$  の値が稍々他のものに比し差異が大である。これは薄片面と僅かに  $1^\circ$  前後の小傾斜角を有する X 軸が網面上に於いて占める位置が、本長石の如き成分のものにあつては  $\lambda_z$  に對しては特に影響するためであると考へられる。此の場合

(001) 劈開の測定の良い否が、Z の位置、特に  $\lambda_z$  に對する影響が特に大であるが、之を避ける爲に劈開の測定に際しては接物鏡 UM 4 を使用し、特に注意を拂つて測定した。

光軸角に關しては本長石では兩光軸の位置が倉徳産中性長石の場合よりも遙に好都合なる如き位置を占めるので、比較的良好な値を示すものと考へられる。

(001) 及び (010) 面上に於ける消光角は、F. Becke 及び A. Engels の與へた値と比較すれば第四表の通りである。

第 四 表 (Tab. 4)

	I. Kato		F. Beck	A. Engels
(001) 面上にて	No. 7	0.5	0.7	-2°10'
(010) 面上にて	No. 3	-1.9	-0.7~-2.0	-4°15'
	No. 5	-1.7		
	平 均	-1.8		

以上中性長石として朝鮮咸鏡北道明川郡下古面倉徳産<sup>1)</sup>のものと、信濃國小縣郡西鹽田村前山産のものにつき光學方位の決定を試みたが、尙後者につき、F. Becke 及び A. Engels の與へた結果と共に一括して第四表に併せ記入した。

以上の實驗を行ふに際して、貴重な試料を御貸與下され、且つ終始御懇切な御教示と御指導を賜つた神津先生に對し茲に深く感謝の意を表する次第である。

本研究に要した費用の一部は文部省科學研究費の一部である、茲に其出所を明かにし謝意を表する。

1) 前報告(本誌, 28 卷, 3 號), 第貳表に示した消光角の中伊藤博士測定値, -5°54' 及び -19°30' は夫々 -3° 及び -11° の誤植につき茲に訂正する。



評 論 雜 錄

結晶體中に於ける H の状態に就て(III)

Behaviour of hydrogen in crystals (III)

理學博士 高 根 勝 利 (K. Takane)

IV ハイドロゼンボンド O—H—O

ハイドロゼンボンドは分子結合或は結晶中の O イオン最短距離約 3.00 Å よりも接近した場合、O 原子 (イオン) 間の中間に水素核 (acid hydrogen atom) の状態で結合

されてゐると考へられてゐる。故に O—H—O の形状は直線的で、これは酸素と acidic hydrogen を含む結晶中に多く見出される。ハイドロゼ

第 拾 六 表

O—O	結 晶 體
2.54 Å	K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>
2.71	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
2.55	NaHCO <sub>2</sub>
2.96	Li <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O
2.48	AlOOH
2.56	FeOOH
2.77	H <sub>2</sub> O (氷)
2.67	(HCOOH) <sub>3</sub> 瓦斯

ンボンドは protein 構造, starch 構造等の有機物の構造中にはよく含まれてゐることが研究されてゐる。これの研究に赤外吸収スペクトル或は反磁性の測定を利用することは Trans. of Faraday Soc. の特別號 “The hydrogen bonds”<sup>1)</sup> に論じてあるからそれについて知られ度い。

次に實例についてそれを述べ度いと思ふが、これらの結晶中に見出される O—H—O の O—O 距離は第拾六表に見るがようである。

1) Trans. of the Faraday Soc., No. 233, Vol. 36, part 9 (Sept), 1940.

a.  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  本礦の結晶構造は Hassel<sup>1)</sup>, Hendricks<sup>2)</sup>によつて研究されたが、精密決定は West がなした、彼は フーリー解析の方法で行つた。單位格子  $a_0=7.43\text{\AA}$ ,  $c_0=$

6.97 $\text{\AA}$  の體心正方格子中に二分子を含み、空間群は  $V_h^{12}-I\bar{4}2d$  である。その座標値は第拾七表に示した。

その結晶構造を圖示すれば第拾貳圖のようである。

この構造は P を繞る 4 O の四面體と、K を繞る 8 O の多面體と  $\text{O} \cdots \text{H} - \text{O}$  の直線群との連鎖よりなり、それらの多面體は幾分偏形をなしてゐる。イオン間距離は第拾八表の如くである。H は相隣る  $\text{PO}_4$  群の O—O 距離の二等分點に位置し、その O—O は 2.54 $\text{\AA}$  である。こゝではハイドロゼンボンドが形成されてゐる。

b.  $\text{H}_3\text{BO}_3$  ボロン酸の結晶構造は Zachariasen<sup>4)</sup> によつて研究された。その單位格子は  $a_0=7.04\text{\AA}$ ,  $b_0=$

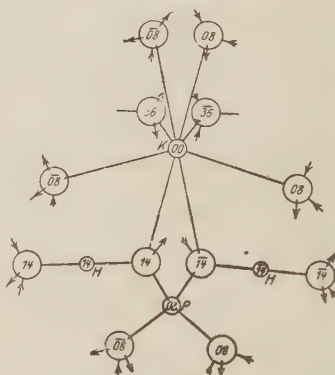
第 拾 七 表

	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
K 2	0°	0°	180°
P 2	0	0	0
O 8	29	52	50
H 4	90	52	45

第 拾 八 表

P—O	1.56 $\text{\AA}$	K—O	2.79 $\text{\AA}$
O—O	2.46	K—O'	2.81
O—O'	2.60	O—O	2.54
		(相 隣 る PO <sub>4</sub> 群間)	

第 拾 貳 圖



$\text{KH}_2\text{PO}_4$  結晶構造の一部  
を (010) 面へ投影した圖

數は上下の位置を % にて示す大  
圓は酸素、線分は原子價を示す。

- 1) O. Hassel: Z. Elektrochem.: **31**, 523, 1925.
- 2) S. B. Hendricks: Am. J. Sci., **14**, 269, 1927.
- 3) J. West.: Z. Krist.: **74**, 306~332, 1930.
- 4) W. H. Zachariasen: Z. Krist., **88**, 150~161, 1934.

$7.04\text{\AA}$ ,  $c_0=6.56\text{\AA}$ ,  $\alpha=92^\circ 30'$ ,  $\beta=101^\circ 10'$ ,  $\gamma=120^\circ$ , で、この中に 4 分子を含み,  $\rho=1.48$ , 空間群は  $Ci-P_1$  である。この三斜晶は  $c$ -軸を六回軸とした偽六方對稱を示す。本結晶では原子は  $(001)$  に平行なる二つの面に配列し, それらの面間距離は  $3.18\text{\AA}$  である。B 原子は三つの O 原子によつて圍まれ, それらの O 原子は平面正三角形の頂點に位置す。異なつた

$BO_3$  群に屬する二つの O 原子間をつなぐ直線の中央に H 原子が  $O-H-O$  の形で存在する, 故に O 原子は一つの B と二つの H によつて圍まれてゐる。この様にして第拾參圖の如き六方對稱が見られる。本結晶中の各層間は van der Waals の力によつて弱く結合されてゐて, O 原子の直

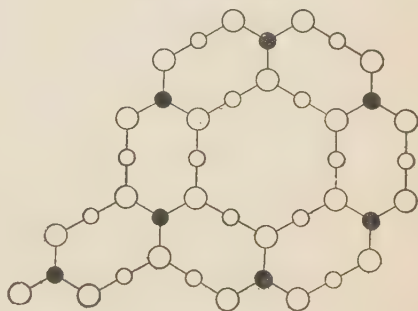
上或は直下には別の層の B や H が位置してゐて, その距離は  $3.18\text{\AA}$  である。この構造中に於ける  $O-H-O$  もハイドロゼンボンドを形成してゐると考へられる。第拾九表には

イオン間距離が示されてゐる。

c.  $NaHCO_2$  これも Zachariasen<sup>1)</sup> によつて研究された。本單

斜結晶の單位格子は  $a_0=6.19\text{\AA}$ ,  $b_0=6.72\text{\AA}$ ,  $c_0=6.49\text{\AA}$ ,  $\beta=121^\circ 42'$  にして, 4 分子を含み, 空間群は  $C_{2h}^6-C2/c$  である。Na, H 及び C 原子は二回軸上にあり, O は一般點位置にある,  $CO_2$  群の  $C \begin{smallmatrix} \diagup O \\ \diagdown O \end{smallmatrix}$  と  $C \begin{smallmatrix} \diagup O \\ \diagdown O \end{smallmatrix}$  との間に完全なる共鳴を示してゐる。C—O 距離は  $1.27\text{\AA}$ , OCO 原子價角は  $124^\circ$  で

第 拾 參 圖



$H_3BO_3$  結晶構造の一部の  $(001)$  面への投影圖

黒丸: B 大丸: O 小丸: H

第 拾 九 表

O—O	2.71A
O—H	1.355
B—O	1.36

1) W. H. Zachariasen: J. Am. Chem. Soc. 62, 1011~1013, 1940.

ある。Na は 6O によつて圍まれ、平均の Na—O 距離は 2.44Å である。この結晶中の O—H—O も直線形であつて、O—O が 2.55Å で、ハイドロゼンボンドを形成してゐる。

d.  $\text{Li}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  この結晶構造は G. E. Ziegler<sup>1)</sup> が特に  $\text{H}_2\text{O}$  の働作を決定する目的で詳細に研究した。單位格子  $a_0=5.43\text{Å}$ ,  $b_0=4.83\text{Å}$ ,  $c_0=8.14\text{Å}$ ,  $\beta=107^\circ 53'$  中に 2 分子を含み、 $\rho=2.075$ , 空間群は  $C_2^2-P_2$  である。座標値は第貳拾表に示した。Li<sub>I</sub> は四つの O によつて繞まれて四面體をつくり、その三つは、三つの  $\text{SO}_4$  群の O で、一つは  $\text{H}_2\text{O}$  の O である。

第 貳 拾 表

	n	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$
S	2	75°	0°	-76°
O <sub>I</sub>	2	55	-50	-30
O <sub>II</sub>	2	180	-10	-69
O <sub>III</sub>	2	28	-28	-143
O <sub>IV</sub>	2	58	110	-71
O <sub>V</sub>	2	205	170	-139
Li <sub>I</sub>	2	-25	195	-139
Li <sub>II</sub>	2	60	172	+ 1

第 貳 拾 壹 表

S 四面體	S —O=1.49Å	O—O=2.43Å
$\text{Na}_2\text{SO}_4$ <sup>1)</sup>	S —O=1.49	O—O=2.43
Li <sub>I</sub> 四面體	Li <sub>I</sub> —O=1.99	O—O=3.24
Li <sub>II</sub> 四面體	Li <sub>II</sub> —O=1.97	O—O=3.15
$\text{Li}_2\text{SO}_4$ <sup>2)</sup>	Li —O=1.97	O—O=3.20

Li<sub>II</sub> は四つの異なる  $\text{SO}_4$  群の 4O によつて繞まれてゐる。LiO<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub> 四面體は何れも幾分偏形である。異なつた LiO<sub>4</sub> 群はその隅點を共有して結合してゐる。H は O<sub>V</sub>, 即ち  $\text{H}_2\text{O}$  の O の周圍に存在する。O<sub>V</sub> に最も近い酸素は O<sub>II</sub> で、その距離は 2.96Å, O<sub>II</sub> O<sub>V</sub> O<sub>II</sub> の角度は 108° で、H は O<sub>V</sub> と O<sub>II</sub> の結合線上にある。HOH の原子價角も 108° であるイオン間距離は第貳拾壹表の様である。この結晶中でも H はハイドロゼンボンド

1) G. E. Ziegler: Z. Krist., 89, 456~461, 1934.



をなすと解すべきであらうが、相當程度の共鳴が存在してゐる。

e. Diaspore( $\alpha$  AlOOH), Goethite( $\alpha$  FeOOH) これ等の礦物は同像的關係にあつて、その結晶構造は筆者も解析した、また精密測定を再開始してゐるが、多くの學者によつて研究された。その研究の結果は皆殆んど一致してゐるが、Hoppe<sup>1)</sup> がこれらの結晶構造に付いて新しい説を發表したからこゝに記すことにした。その格子恒数は次の如くで、その斜方單位格子中

	$b_0$	$a_0$	$c_0$
$\alpha$ AlOOH	4.42A	9.44A	2.84A
$\alpha$ FeOOH	4.59	10.00	3.03

に 4 分子を含み、空間群は  $V_h^{16}-Pbnm$  である。

第 貳 拾 貳 表

		$\alpha$ Al OOH			$\alpha$ Fe OOH		
	n	x	y	z	x	y	z
Al	4	-0.044	0.146	0.25	0.146	-0.045	0.25
O <sub>I</sub>	4	0.29	-0.20	0.25	-0.2	+0.31	0.25
O <sub>II</sub>	4	-0.21	-0.052	0.25	-0.047	-0.20	0.25

本礦のイオンの座標は第貳拾貳表に掲げた。この結晶構造に於ては Al も Fe も何れも 6O 八面體の中心に位し、その八面體は幾分偏形してゐる。このような八面體の棱中四つは近接の八面體と共有されてゐる。この結合の仕方であつた鎖が c-軸の方向に延長してゐる。O<sub>II</sub> の周圍には 3 Al (或は Fe) が配位し、これらは何れも同一の鎖に屬してゐる。これらの構造は從來の多くの學者のそれと一致してゐるが、著者の決定した座標値を用ひてイオン間距離を計算すると第貳拾參表のようになる。この表で I は八面體の中心の Al (或は Fe) の位置、E, E', C, C' 及び B, F は O 八面體の隅の位置とすると、同一八面體の O—O 距離は  $\alpha$  Al OOH では 2.62~2.84A,  $\alpha$  Fe OOH では 2.85~3.03A となつてゐる。たゞ BC 及び BC' のみが夫

1) W. Hoppe: Z. Krist.: 103, 73~89, 1940.

夫 2.48A ( $\alpha$ -AlOOH), 2.56A, ( $\alpha$ -FeOOH) となつてゐる。Al(Fe)—O 距離は  $\alpha$ -AlOOH で 1.84~2.03A,  $\alpha$ -FeOOH で 2.05~2.12A となつてゐる。著者は B—C 間と B—C' 間に H が存在して O—H—O なる形でハイドロゼンボンドを形成してゐると解釋してゐる。

神津教授と益田助教授<sup>1)</sup>とは共同研究で、長野縣澁温泉産 diaspore の熱分析と脱水實驗とを行つた。それによると 450°C~600°C に於

第 貳 拾 參 表

	$\alpha$ AlOOH	$\alpha$ FeOOH
O—O		
EC, E'C'	2.62A	2.85A
BE, BE'	2.78	2.94
FE, FE'	2.80	2.94
FC, FC'	2.76	2.95
BC, BC'	2.48	2.56
EE, CC'	2.84	3.03
Al(Fe)—O		
I B	1.99	2.05
IC, IC'	2.03	2.12
IE, IE'	1.86	2.02
I F	1.84	1.89

て約 14.45% の水分を失ひ、600°C~1300°C 迄の間に更に 0.51% を失つてゐる。即ち diaspore の構造中の水分は約 600°C 迄に失はれる。

f. Apophyllite  $\text{KF} \cdot \text{Ca}_3\text{Si}_8\text{O}_{20} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  本礦は沸石に類似した礦物で正方晶系に結晶する、Taylor と Náray-Szabó<sup>2)</sup> がその結晶構造をきめた。本礦の單位格子  $a_0=9.00\text{A}$ ,  $c_0=15.8\text{A}$  中に 4 分子を含み、空間群は  $\text{D}_{4h}^{64}-\text{P4/mnc}$  である。本礦は層狀格子を形成し四つの  $\text{SiO}_4$  群が隅を共有して四回性の環を形成して  $\text{Si}_4\text{O}_{12}$  の成分となり、この環がまた近接他の四つの環と四つの隅を共有して結合して二次元的な層狀をなしてゐる。その下の層には Ca が 4O と 2(OH) と F とによつて配位されたものが O—O の稜を共有して四個が結合して四回性の環を形成しその中心に F がある。これらのもの四つが K を中心として 2(OH) で結合されてゐる故に K は

1) S. Kôzu and M. Masuda: Sci. Rep. Tôhoku. Imp. Univ. Ser III 3 (1), 33~76. 1920.

2) W. H. Taylor and St. Náray-Szabó: Z. Krist., 77, 146, 1931.

8 個の OH にて配位されてゐる。これらの互層が apophyllite 構造である。層間の結合は兩層が O を共有することによつてなされる。この構造に於ては  $H^+$  は  $(OH)^-$  と  $O^{2-}$  との中間に位して



を形成し  $H_2O$  分子と  $(OH)^-$  の中間性のもので、ハイドロゼンボンド  $O-H-O$  に甚だ類した面白い結合である。

### 結晶格子の振動、結晶中の分子(基)の廻轉及量子力學的共鳴

今迄述べた様な結晶格子が靜止の状態にあるであらうか。各原子(イオン)は活性エネルギーをもつてゐるから<sup>1)</sup>、その座標位置を中心とする小振動運動を行つてゐる、X 線解析で求めた座標はその中心の位置を示してゐる、即ち結晶に收縮を起させないやうにして、絶對零度にもたらしした場合の状態を代表してゐると見られる。

**結晶格子の固有振動** 結晶中の各原子(イオン)は熱振動は行つてゐるが格子の規則性に制約されて個々獨立な運動をするわけにはゆかない、ボルンの理論<sup>2)</sup>に従へば、結晶格子を單純格子群に分けて、その數を  $s$  とすると、一般に  $3s$  種の固有振動型式<sup>3)</sup>が存在する。この中の三種は波長が無限大に近づけばその振動數が零に近づく型のもので音響學的振動型式と呼ばれる。他は波長が無限大に近づくと或一定の有限値(零でない)に近づく型のもので、これを光學的振動型式と呼んでゐる。後の種類のものは赤外部の振動として認められ、イオン性格子に於ては殘存線の現象等によつて認められる。

**結晶中の分子(基)の廻轉運動** 從來  $CH_4$ ,  $HCl$ ,  $NH_4Cl$  等の結晶が比較的廣い溫度域に亘つて漸移するが、X 線的には結晶構造の變化が認められ

1) 絶對零度に結晶をおくと熱振動運動は停止されるが、零點エネルギーをもつてゐる。

2) M. Born: Atomtheorie des Festenzustandes, Leipzig u. Berlin, 1923, 587~593.

3) 格子の固有振動の密度變化に週期性があり、それによつて X 線の廻折が起り、スウェーデンの diffuse weak spots はそれであることを Raman は指摘した。

ない所の一種の轉移現象が報告されてゐた。この種の現象が結晶中に於ける分子或は複雑な基が温度の上昇につれて、振動運動から廻轉運動へと、その運動を變化することに起因することが明かとなつた。この運動は結晶體の對稱及び轉移現象の解釋にとつて重要である。

Hendricks は 1930 年  $\text{NH}_3\text{C}_5\text{H}_{11}\text{X}$  ( $\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$ ) の結晶構造の研究に當つて  $\text{NH}_3$  が結晶格子内にて、直立の位置にある三回軸を軸として廻轉運動してゐることを提唱<sup>1)</sup>した。Pauling は同じく 1930 年に水素の結晶體について量子力學的、熱力學的考察よりその理論を確立し、結晶中に於て複雑な基或は分子は廻轉運動をなし得ることを論<sup>2)</sup>じた。それによると結晶がその融解點に近い温度にもたらされると、結晶中の複雑な基或は分子の運動は振動運動から廻轉運動へと移ることを主張し、從來の結晶構造解析に於て結晶の點對稱と分子(基)の對稱とに矛盾のあつたものや、意味不明の轉移現象の説明に有効なることを明かにした。

例へば明礬結晶中に於て  $\text{H}_2\text{O}$  分子は三回軸上にあつてその點の點對稱と分子の對稱と一致しなかつたが  $\text{H}_2\text{O}$  分子がそれ自身の對稱軸を軸として廻轉運動を行つてゐるときには結晶學上の疑問が都合よく説明される。この外にも水の分子がその結晶構造中で廻轉運動をなしてゐる例は將來多數見出し得ることと思はれる。

これらの現象はラマン効果、赤外線スペクトルの研究によつても確むることが出来る。

**量子力學的の共鳴** 結晶構造中に於て原子價の側線を満足させるように引く引き方は一義的にきまる場合もあるが、一般的にそうであるとは限らない、二様又は三様になされる場合が屢々起る。例へば結晶構造の一部をとつて二つの O と一つの H との距離を考察するに一つの O と一つの水酸基  $-\text{OH}\cdots\text{O}=\text{}$  の場合と、 $-\text{O}-\text{H}-\text{O}-$  なるハイドロゼンボンドの場合と、

1) S. B. Hendricks: Z. Krist., **74**, 29~40, 1930.

2) L. Pauling: Physc. Rev., **36**, 432~443, 1930.



$=O \cdots HO-$  なる場合とが三様に考へ得られる。それらに對する波動函數を夫々  $\Psi_{OH \cdots O}$  及び  $\Psi_{O-H-O}$   $\Psi_{O \cdots HO}$  と表す。然る時にはその基底状態にはこの三者が共に關係して、結晶の實在の状態を表す波動函數を  $\Psi$  とすると、 $\Psi$  は三者の線型結合として

$$\Psi = a\Psi_{OH \cdots O} + b\Psi_{O-H-O} + c\Psi_{O \cdots HO}$$

で表される。こゝに  $a, b, c$  は實際の状態より決定される係數である。この場合  $\Psi$  に對するエネルギー値は各個の状態  $\Psi_{OH \cdots O}$ ,  $\Psi_{O-H-O}$  或は  $\Psi_{O \cdots HO}$  に對するエネルギー値より小となり、 $\Psi$  の状態はそれだけ安定なことになる。一つの状態がこの様に幾種類かの異なつた状態の重疊として表されることを量子力學的共鳴と呼び、その爲めのエネルギーの減少を共鳴エネルギーと稱する。然らばこの重り合ひの状態とは如何なる状態であらうか。この群  $O-H-O$  に於て、中間の水素イオンは質量が小さい爲めに二つの酸素間を比較的早い週期で振動運動をなし、爲めに或る瞬間はハイドロゼンボンダ  $O-H-O$  の状態にあり、次の瞬間には  $OH$  と  $O$ 、即ち水酸基と酸素イオンの状態にある。それが急速度で反覆されてゐるため、如何なる方法をもつてしても、個々の元素を直接見る方法でもない限り、その何れとも決定し難い。そのようなものの無數についての時間的平均が實在の状態を表してゐると解すべきであらう。故に實在の結晶構造のイオン間距離を測定すると、それら各状態に於けるものの値の中間値で、幾分何れかに偏してゐるのが普通である。先に述べた二水化碳酸の場合についても全く同様で、 $H_2O \cdots H-O \begin{smallmatrix} \diagup \\ C \\ \diagdown \end{smallmatrix} O-$  の状態、即ち  $\Psi_{H_2O \cdots H}$  の状態と  $H_2O^+ - H \cdots O \begin{smallmatrix} \diagup \\ C \\ \diagdown \end{smallmatrix} O-$  の状態、即ち  $\Psi_{(H_3O)^+}$  との間に共鳴現象のあることが認められてゐることは既に述べた。これらの共鳴現象は結晶を構成する同一種原子の異つたイオン状態間、同一種構造群の異つたイオン状態間に於て、或は結晶中に構成さるるイオン状態の異つた分子状態と分子状態との間にしばしば認めらるる現象である。特に有機結晶中に於ては分子状態間の共鳴現象の存在する場合が多い。また瓦斯状にある獨立した分子の二つ或はそれ以上の状態間

に常に認めらるる現象である。

### 結 語

結晶中の所謂水分についての見識を明にすることは結晶化學の重要な問題の一つだらうと思はれる。上に述べたことは今日迄に行はれた結晶構造解析の主な例について、構造上の見地より H が如何なる状態にあるかを説明したに過ぎない。尙詳細な理論を知り度い人々は

Bernal 及び Megaw 著 “The function of hydrogen in intermolecular forces,<sup>1)</sup>”,

Bernal 及び Fowler 著 “A theory of water and ionic solution, with particular reference to hydrogen and hydroxyl ions<sup>2)</sup>”,

Van Vleck 及び Cross 著 “A calculation of the vibration frequencies and other constants of the H<sub>2</sub>O molecule<sup>3)</sup>”

を参照せられるとよい。兎に角結晶中の H の状態は型式上よりは四つの主な型に分類することが出来たが、それが一結晶中に單獨の状態である場合もあるが、二種或は三種の状態が同一結晶中に存在したり、或は二種或は三種の状態が量子力學的共鳴によつて存在した場合もあつた。それらの状態を脱水實驗の結果と比較して考察し、また他の實驗の必要について述べた。この仕事は礦物學の見地に立脚して結晶中の H の状態に關する知見に系統を與へこれに關する今後の研究の企畫の爲めに行つたものである。

終りに臨んで大方諸賢の御叱正と御指導とを御願ひする次第である。

(完)

- 
- 1) J. Bernal., H. D. Megaw: Proc. Roy. Soc., A. **151**, 384~420, 1935.
  - 2) J. D. Bernal., R. H. Fowler: J. of Chemical Phys., **I**, 515~548, 1933.
  - 3) J. H. Van-Vleck., Paul C. Cross: J. of Chemical Phys., **I**, 357~367, 1933.

# 結 晶 構 造

Crystal structure

理學博士 大 森 啓 一 (K. Ohmori)

獨逸の礦物學者であり結晶學者である F. Machatschki は Handwörterbuch der Naturwissenschaften (第二版) の第五卷に結晶構造 (Kristallstruktur) なる論文を掲げた。この別刷を通讀するに短頁に良く要點を綱んで述べてゐる様である。依つて神津先生の御懇慫があり、菲才をも省ず譯したのは去る昭和 11 年 7 月のことであつた。少々舊稿ではあるが、X 線の普及の著しい今日、一般讀者の參考迄に本誌の餘白をかりて掲げさせて載くことにした。

こゝに原著別刷を御貸與下され、終始御懇篤なる御教へと御鞭撻を賜り、尙本譯文全般にわたつて校閲の勞をとられた神津先生に厚く御禮申し上げる。

## 目 次

I. 結晶構造學說の發達	用ゐる方法
II. v. Laue 及び Bragg の 說に依る結晶格子内 X 線干涉の成立	B. 「白色」X 線を用ゐる 結晶構造研究法
III. 結晶構造決定の主なる 方法	C. 電子線を用ゐる結晶 構造解析法
A. 「有色」(單色)X 線を	IV. 結晶構造解析の手段
	V. 結晶構造

## I. 結晶構造學說の發達

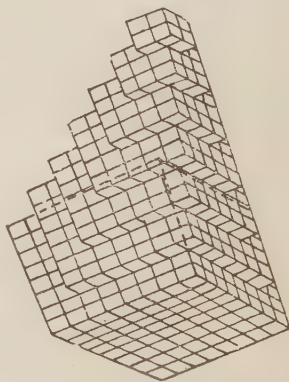
17 世紀の後半に始めて、結晶で重要な平面分割の法則が發見され、又ほゞ時を同じくして結晶光學が發達した。此等兩者は、結晶の内部構造に基づくべき此等現象の源を深く探求する様に、吾人の研究心をそゝり立てた。この現象を説明し得たのは結晶を構成する微小片の規則正しい配列のみであつた。即ち Christian Huygens は方解石と石英の複屈折現象を始め(この現象は Erasmus Bartholinus に依つて 1669 年に發見されたがその後) 詳細に研究し、方解石菱面體は一定の軸率を持つた廻轉橢圓體 (Rotationsellipsoid) 群より成り、此等は主軸方向を平行にして、極めて密

接に配列するものであらうとの結論を得た。

Torbern Bergmann 及び J. Gahn (1773) に依ると、方解石結晶の微小煉瓦 (Baustein) もこの礦物に特有な劈開菱面體 (Spaltungsrhomboeder) の形であつて、どの方解石結晶でも機械的に分けると、全く外形に關係なくこの形になる。

この考へはフランスの Abbé René Just Haüy (1781) に依つて、當時知られてゐた結晶の全範圍にひろめられた。例へば Haüy は方解石偏三角面體 (Kalkspatskalenoeder) の構造を、微細なこれ以上分割出来ない、基本分子 (integrierendes Molekül) と名付けた、劈開菱面體で説明した、第壹圖参照。

第 壹 圖



同様な方法で Haüy は岩鹽の場合には劈開立方體 (Spaltwürfel) の形を基本分子の形と見做した (他も同様)。此等を總括すると基本分子は三主要型即ち四面體 (4 面より成る)、三角柱體 (5 面より成る) 及び平行六面體 (6 面より成る) となる。次に結晶

形と「基本分子」形が等しい時にのみ、かゝる多面體分子の結合構造に依る平滑結晶面が生成される。多くの場合結晶面は階段狀に組立つてゐる様に見える。この結晶核 (Kristallkern) 面の階段狀構造 (第壹圖) から凹凸ある結晶形が生ずる。この構造を Haüy は遞減 (Dekreszenz) と名付けた。遞減は其後屢々 Haüy 説の反駁に挙げられたが、平滑結晶面の可能性には矛盾しない。夫は多面體「分子」より成る面の凹凸は、分子が極めて小さい時には、光學的に認められないからである。

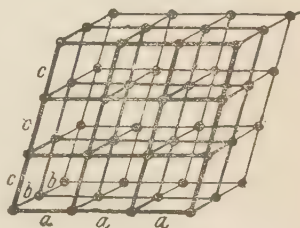
この Bergmann-Haüy 説は他の根據から倒れざるを得なかつた。極めて小さな結晶煉瓦が多面體を呈すること及び之が結晶内の空間を隙間なく満す様に結合することは、其後進歩した物理學の知識を考慮に入れると、維



持出来なくなつた。従つて Haüy は自家撞着をおかさざるを得なかつた。夫は一定の結晶形の説明に、彼の所謂「分子」が隙間なく配列してゐないことを認めざるを得なかつたからである。Wollaston は 1813 年に此等の不一致の總てを除去し様と試み、結晶を構成する多面體の位置に球を置いた。この球は相互の引力に依つて出来るだけ近い位置を占めるであらう。又彼はこの球の位置に、總ゆる方向に作用し、且引力及び斥力を持つた數學的の點が考へ得ることを述べた。

1824 年に Seeber は「空間格子」(Raumgitter) の概念を立てたが、之は Haüy の隣接する多面體の中心位置に分子を置き、更に結晶内の分子の相互平衡位置を、個々の分子間に作用する引力と斥力で説明したものである。この概念は Seeber に依つて始めて定義され、其後 Frankenheim(1835), Delafosse(1843) に依つて更に正確に定義された。此等に依ると結晶内の分子は三組の平行且等距離な面の交點にある。かゝる空間格子(第貳圖)は合同單位格子(kongruente Zelle)(單位平行六面體)に分けて考へる事が出来、分子はその八隅點に、空間的に離れて存在する。結晶の物理的性質並びに外形はその特別な性質で説明される。

第 貳 圖



Frankenheim は 15 個の根本的に異なる空間格子型を導き出した。Bravais は 1848 年に、空間格子の比較的詳しい定義を挙げ、Frankenheim の考へに更に點列、點網等の概念を入れて完成し、14 個の異なる型の空間格子のみが與へられる事を證明した。この空間格子の單位格子を觀察すると、常にその結晶系の完面像品族の對稱が簡單であるか、複雑であるかが分る。Bravais は完面像品族でない品族の對稱を説明する爲に、結晶格子内の「分子」の重心は完面像對稱に配列してゐるが、單位物質自身は比

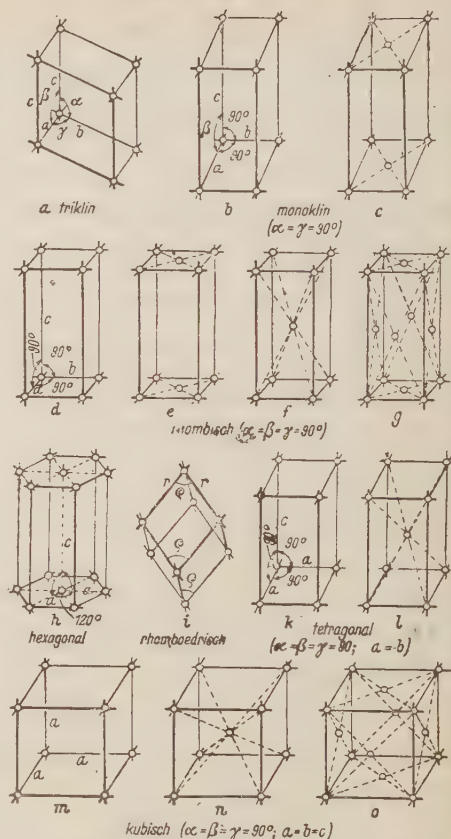
較的低い對稱 (缺面像晶族 merohedrische Klasse の對稱) を持ち得るものとの假定を立てた。

Bravais の空間格子型 14 個の各單位格子を第參圖に示す。

無限に延びたこの種の點列では、一質點の周りの配列は或る他の質點の周りの配列と同一である。

Bravais のこの 14 個の空間格子型を現今では、一般に併進群 (Translationsgruppe) 又は併進格子 (Translationsgitter) と云ふ。結晶構造學說の最近の發達は次の方向に進み、完面像晶族に比し對稱が低くなることを以下の様に説明する。即ち結晶片自身が必然的に低對稱を持たねばならぬのではなく、Bravais の同じ併進格子が多數配列

# 第 參 圖



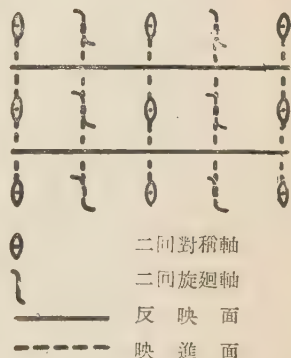
十四併進格子 (H. Mark に依る)。單位格子が隅點に依つて單獨に興へられる (a, b, d, h, i, k 及び m) 様な各併進格子を單一格子と云ひ、殘餘のものを複合格子 (二重及び四重格子) と云ふ。併進格子の總ゆる點は恒等であるから、複合併進格子も亦、他の軸をとると單一併進格子として表はされる。

し得るか或は少數配列し得るかに依るのであらうと。併進格子の各點は種々の重合運動 (Deckbewegung) 即ち併進 (Translation), 廻轉 (Drehung), 旋廻 (Schraubung), 反映 (Spiegelung) に依つて相互に移される。

この種の空間格子は不連続的 (diskontinuierlich) に組立つてゐる。之は異方性 (anisotrop) である、即ちこの中の異なる方向は一般に同價でない。之は又均質性 (homogen) である、即ち空間格子の或る位置に於ける物質分布は、平行な位置に比較的短い間隔で常に繰返される。この間隔は方向が異ると一般に異なるが、同じ方向では常に等しい。かゝる點を同價點 (identischer Punkt) と云ひ、二個の同價點の或る方向の最短距離をその方向に於ける週期 (Identitätsabstand) と云ふ。

第 四 圖

Bravais より後の結晶構造學説の完成には、主として Wiener (1863), Sohnke (1867), Fedorow (1885) 及び Schoenflies (1888) 等が與つてゐる。この最後の二研究者は 32 個の晶族から分れた總計 230 個の、對稱を異にする點系 (Punktsystem) 即ち空間群 (Raumgruppe), 空間系 (Raumsystem) の存在を證明した。



空間系の特徴は對稱要素の結合であつ

て、之は平行集團としての無限の格子に於ては、週期條件 (Identitätsbedingung) に従つて、常に繰返される。對稱要素 (Symmetrieelement) 即ち對稱心 (Symmetriezentrum), 廻轉軸 (Drehachse), 旋廻軸 (Schraubenchse), 廻映軸 (Drehspiegelachse), 反映面 (Spiegelebene), 映進面 (Gleitspiegelebene) の結合は 230 個の空間群毎に異つてゐる。結晶格子の對稱要素と空間群が明かな時には、格子の或る任意の位置に置かれた一個の點は、その對稱要素に應じて多數倍になる。第四圖に一例として斜方錐面 (異極像) 空間群  $C_{2v}^{16}$  の對稱要素の分布を示す。

空間群が與へられた時、即ち對稱要素の結合が與へられた時には、單位格子の或る位置に置かれた點はその位置に應じて、單位格子内で幾位 ( $n$  倍) にもなる。斯る場合を點位置の  $n$  回性 ( $n$  Zähligkeit) と云ふ。上述の空間

群の對稱要素とこの對稱要素の位置に應じて、點位置の回性は 1 乃至 192 の種々の値をとる。如何なる空間群でも、對稱要素上にない點が最も多い回性を持つ。夫は單位格子の全對稱要素に依つて多數倍されるからである (之を一般位置 *allgemeine Punktlage* と云ふ)。一般位置の點は自身に對稱を持たないが、一つ若くは多數の對稱要素上の點 (特別點位置 *spezielle Punktlage*) は、構造理論に基けば、少くともその屬する對稱要素から生ずる對稱を持たねばならぬ (之を格子點の固有對稱 *Eigensymmetrie der Gitterpunkte* と云ふ)。

第四圖に空間群  $C_{2v}^{16}$  の對稱要素を記入した。この中例へば一般位置の點の回性は 8 で、映進面及び旋迴軸上の點の夫も同様であるが、二回迴轉軸及び反映面上の點の夫は 4 である。

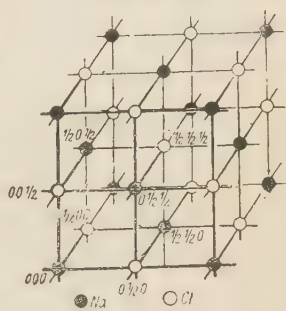
結晶は Bravais の空間格子より成り、且之は、多少の差はあるが、一定の對稱原理の制約下に入り交つてゐるものである。Bravais の簡単な空間格子は 8 隅點より成る、一個の格子の形と大きを示す事に依つて完全に記載される。同様に任意の複雑な結晶格子も一個の格子を記載する事に依つて完全に示す事が出来る。こゝに選ばれる格子は、入り交つてゐる、一定形の簡単な併進格子の各一點を持つ様なものでなければならぬ。之はその稜の長さと相互の位置を與へると記載される (結晶軸と一致すべき單位格子の軸)。又その中か或は表面にある各質點の位置を與へてもよい。所屬空間系の對稱要素が分る時には、各質點の位置を與へる必要はなく、その位置の記載されたものから、その空間群に特有な重合操作 (*Deckoperation*) に依り求められないもののみを必要とする。單位格子の境にある點は同價點でなければならぬ。即ち此等の點は總て同様に他の點で圍繞されねばならぬし、又重合運動に依つて、互に交換し得る總ゆる點の如く一少くとも嚴密な構造學說に基くと一質的にも同種でなければならぬ (この最後の原理は結晶格子内にて化學的に異なる成分が同じ空間を要求して、統計的に相互置換する様な多數の混品では成立たない)。單位格子の或る稜の方向に一定



の距離(週期 Identitätsabstand)だけ進むと、常に同價點に達し、他の方向に進んだ場合も同様であるが、週期のみは一般に結晶格子の各方向に依つて異なる(異方性 Anisotropie)。又同様な事が單位格子内の何れの點にも成立つ。例へば空間的には同形であり、之に附隨した質的では同様に入り交つてゐない様な空間格子の質點にも成立つ。今迄に確定した事を述べると次の様である。即ち入り交つてゐる併進格子に於ても、點で境された單位格子に於ても、同價關係 (Identitätsbeziehung) は全く同様であらねばならぬと。

### 第五圖

結晶構造の特別な場合の實際例として鹽化ナトリウム(第五圖)の立方格子を擧げることが出来る。



鹽化ナトリウム格子の單位格子。

互に入り交つた併進格子の各點の座標は選ばれた原點に關して、稜の長さの分數で示される。

互に入り交つた簡単な併進格子の原點を總稱して基 (Basis) と云ふ。第五圖に於て基原子 (Basisatom) の座標は、原點を一般の如く Na 原子にとると、單位平行六面體の稜の長さの分數で示される。

網面 (Netzebene) (Bravais の點網 Punktnetz) に依つて、空間格子の任意の點を通る一平面が明かになる。この網面の單位格子軸 (Elementarzelle-achse) に對する位置は、Miller の面指數に依る巨視的結晶面の場合と同様に符號付けられる。質點の密にある網面は簡単な指數であつて、之は時に結晶面になり易い。勿論網面の點密度と之に相當する結晶面の頻發度間には明かな比例關係はない。夫は一定の簡単な指數の結晶面の現はれることも或は現はれないことも尙多くの他の事情(液の注入、イオン格子内で正及び負のイオンが交互に配列してゐるか或は混雜して配列してゐるか)と云ふ様な種類等に依つて定まるからである。密な網面は比較的大きな網

面間隔で相互に分離してゐる。夫は交互に並んだ網面の平行系は何れも空間格子の總ゆる點を包含せねばならぬし、又單位體積中の質點の數は、分割された網面平行群の位置に拘らず、常に一定であるからである。——又密な網面は結晶の完全な劈開面であるが、正及び負のイオンが交互に並んで、特に強い電氣的結合がこの前後に連續する平行網面間に作用する時には、劈開面にならぬ。

Fedorow 及び Schoenflies に依る 230 空間群の完成と共に、結晶の構造問題も理論的には大略完全に解決された様に思はれた。併し之は差當り、結晶構造の特別な場合を究める直接的可能性さへも與へなかつた。それにも拘らず Barlow 及び Pope に依つて 1906 年に企てられた、最密分子充填の推測、及び結晶學的特徴と化學的性質を考慮に入れて多數の結晶物質の構成を極めんとした試みは誤つてゐない。

20 世紀の 10 年迄に確定したことは、結晶の外部境界の規則性並びにその物理的及び物理化學的性質を、微小な構造單位 (Baueinheit) の規則正しい空間格子狀配列から逆に求めねばならぬことであつた。併し結晶格子内の問題の質量中心が分子、分子群、原子、或はイオンの何れと關係があるかはまだ明かでなかつた。空間格子内の網面の交點を占めるものは原子かイオンでなければならぬと云ふ説を、20 世紀の始めに發表した最初の人は P. v. Groth であらう。

同様に、Röntgen に依つて 1905 年に發見された透過線の性質も 20 世紀の 10 年迄には明かでなかつた。之が光線の波長に比し遙かに小さな波長の波動運動であると云ふ確證も、當時適當な廻折格子がなかつたので得られなかつた。X 線波の性質及び結晶の空間格子狀構造の證明は、この二つの觀念を適當な方法で結び付けた M. v. Laue の天才的考察に負ふところが多い (1912)。結晶が空間格子狀に組立つ時には、その中の質量中心間の距離の大さの程度が同じであるから、結晶は小波長の X 線に對しては恐らく廻折格子の役目を果すことが出來ようと考へた v. Laue の推論は、

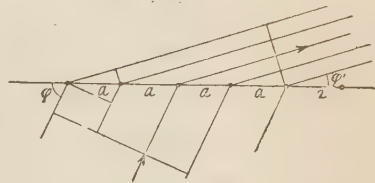
Friedrich 及び Knipping に依つて實驗的に確められた。薄い結晶板内を平行な X 線 (白色線) の小束が通過すると、その後方に置かれた寫眞乾板上に、曲らないで眞直に進んだ第一次線が現はれるのみならず、更に多數の廻折線も現はれる。この證明で二つの新しい研究方向が開かれた。一は X 線の性質を、廻折格子として用ゐた結晶格子の助けで研究出來たこと、特にその波長を正確に測定することが出來たことである。他はこの廻折結果から、種々の結晶格子内の原子配列を逆に結論し得たことである。この後者の研究方向は、v. Laue の發見後まもなく Sir W. Bragg 及び W. L. Bragg に依つて採用され、直ちに種々の結晶の特種な構造に關する最初の重要な解釋、即ち結晶内の原子配列の發見に導かれた。

## II. v. Laue 及び Bragg の說に依る結晶格子内 X 線干涉の成立

v. Laue に依ると、結晶格子内の X 線干涉は三次元點格子に於ける廻折現象と考へられる。個々の點の距離  $a$  が常に等しい様な一次元點系 (第六圖) に一つの波を當てゝ見ると、

第 六 圖

この一次元格子の點は何れも新しい波の出發點となり、更に波はこゝから球狀に擴がる。此等の隣接點から生じた二次波は、行程差 (Gangunterschied) が半波長の偶



數倍になる様な方向に於て、 $0, 1, 2, 3, \dots$  次廻折スペクトル (Beugungsspektrum) を生ずる。このスペクトルの波面は球面である。一般に  $h$  次スペクトルの成立には次の關係を要する。

$$(\cos \varphi' - \cos \varphi) a = h \lambda$$

こゝに  $h$  は整數でなければならぬ。 $h=0$  のスペクトルは點列を通過後引き続き投射線の方角に進む。即ちこの方向は反射線の方角に等しく、 $0$  次スペクトルの球面に屬する。従つて  $0$  次スペクトルは一次線 (Primärstrahl) とも呼ばれる。上述の等式から比較的高次のスペクトルの生ずる可能性が

推定出来る。即ち一次スペクトルのみが成立する爲には、波長は  $2a$  より小でなければならぬ。

一次元點列から二次元網に考へを移して、例へば個々の規則正しい質點を持つた網面を、結晶構造學說の意味で述べるには(光學的に類似するものは交叉格子 Kreuzgitter であらう)、

二次元網の點を含んだ平行でない二直線のみを考へればよからう。この場合に、結晶格子内で方向が異ると、兩直線上の同價點 (identischer Punkt) の距

第七圖



離も一般に異なる ( $a$  及び  $b$ ) ことを考慮せねばならぬ (第七圖)。

この廻折スペクトルの成立には、整数  $h_a$  及び  $h_b$  を有する次の二條件が満足されねばならぬ。

$$(\cos \varphi_{\alpha}' - \cos \varphi_{\alpha}) a = h_a \lambda$$

$$(\cos \varphi_{\beta}' - \cos \varphi_{\beta}) b = h_b \lambda$$

こゝに  $\varphi_{\alpha}$  及び  $\varphi_{\beta}$  は投射線の方角と二次元網面中の任意の點列のなす角で、 $\varphi_{\alpha}'$  及び  $\varphi_{\beta}'$  は廻折線の之に相當する角である。 $h_a$  及び  $h_b$  は整数でなければならぬが、一般に等しくない。兩等式を同時に満足する爲の條件は廻折スペクトルの成立に根本的な制限を加へる。此等は、こゝに生じた球面上では成立しないで、波長が與へられた時、格子方向を  $a$  及び  $b$  の屬する任意次の廻折球面に分つ様な方向に於てのみ成立つ。この様な廻折スペクトルを採ると、一次元格子に於ける様な連續曲線(投影面と廻折球面の切斷曲線)を生じないで、この曲線に屬し、上に述べた二條件を同時に満足する様な方向を示す個々の交點のみを生ずる。——交叉スペクトルは光學的には、離れた小さな光源を規則正しい網面を持つた薄い物質を通して見ると容易に認め得る。

併し結晶格子は極く簡単な一般形を掲げた第貳圖の様な三次元空間格子である。上述の考察はこの様な格子にも成立たねばならぬ。三次元空間格



子から、一平面内に二以上存在しない様な平行ならざる三方向を選び、此等に廻折等式をあてはめてみる。廻折干渉の成立する條件は次の三等式が同時に満足されねばならぬことである。

$$(\cos \varphi_{\alpha'} - \cos \varphi_{\alpha}) a = h_a \lambda$$

$$(\cos \varphi_{\beta'} - \cos \varphi_{\beta}) b = h_b \lambda$$

$$(\cos \varphi_{\gamma'} - \cos \varphi_{\gamma}) c = h_c \lambda$$

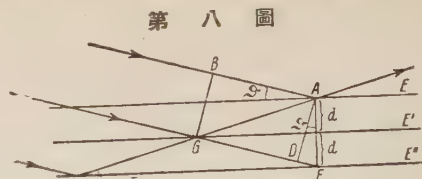
この三等式を満足するに必要なことは次の様な著しい制限を受ける。即ち一次線の波長と投射方向が與へられると、その進路の方向と異なる他の方向に此等三等式の満足を期待出来ないことである。従つて波長又は投射角の何れかを絶えず變化し得ない時には、一般に0次のスペクトルのみがこの條件に適する。

X 線干渉を三次元空間格子の廻折現象と考へた v. Laue の説と異つてゐないが、干渉線は結晶格子の平行網面群に於ける一次線の反射であると説明した Bragg の説の方が遙かに分り易い。 $h_a h_b h_c$  次の Laue スペクトルは何れも Miller の面指數  $h_a h_b h_c$  なる網面の反射で説明出来る。こゝに  $h_a h_b h_c$  は巨視結晶學 (Makrokristallographie) に用ゐられる様な素數でなくてもよい。但し結晶格子の網面に於ける反射を考へる時には、 $h_a h_b h_c$  から公約數を求め、之を素數なる Miller 面指數  $(h k l)$  の網面内反射の次數とし、 $h_a h_b h_c = n (h k l)$  として示す。

Bragg の反射條件は次の様である。

空間群を任意の方法で平行なる一定の網面に分割したと考へる。第八圖にこの様な一組の平行且等間隔な網面を掲げる。最初の網面 (E) と  $0^\circ$  以外の傾斜角をなす X 線は反射するが、全部ではなく極く一小部分のみである。殘餘の線は更に結晶内に進み、再び次の平行な網面 (E', E'' 等) で一部分を反射する。この連續する各網面で反射した線は、隣接する網面で反射した部分線 (Teilstrahl) 間の行程差が波長の整數倍になる様な投射方向に集り一反射線となる。結晶格子の網面内の反射はどの波長に對しても任意

の反射角で、光學的反射の如く起るのではない。反射の生ずる時には同時に Bragg の反射法則が満足されねばならぬ。第八圖に於て、第一網面とその次の



Bragg の反射條件

網面で反射した一次線の總行程差は  $\overline{AG} - \overline{AB} = \overline{AG} - \overline{DG}$  である。こゝに  $\overline{AG}$  は  $\overline{FG}$  に等しいから。

$$\overline{AG} - \overline{DG} = \overline{FG} - \overline{DG} = \overline{DF} \quad \text{及び} \quad \overline{DF} = \overline{AF} \sin \theta = 2d \sin \theta$$

が得られる。 $d$  は隣接する同價網面  $E$  間の距離で、この位置は單位體の軸に對して與へられる。 $\theta$  は「投射角(Glanzwinkel)」と呼ばれるもので、投射光線とこゝに問題にした網面群とのなす角である。行程差  $\overline{DF}$  は使用した線の波長の整数倍に等しくなければならぬ。従つて上述の式は Bragg の反對式として  $n\lambda = 2d \sin \theta$  の様に書かれる。

この式が充分満足されない時には消光 (Auslöschung) が生ずる。夫は二個の網面のみを考へるのではなく、同距離で隣接する多數の網面を考へに入れねばならぬからである。第一網面と第二網面との行程差が整数  $n$  値と僅か異なる時には、第一網面と第  $X$  網面との行程差は半波長の奇數倍となり、従つて第一及び第  $X$  網面の作用は第二及び第  $(X+1)$  網面 (以下同様) の作用を打消す。 $2\theta$  は一次線と反射線とのなす角である。之は廻折角 (Abbeugungswinkel) と呼ばれる。

線の投射角を反射網面に對して  $0^\circ$  から  $90^\circ$  迄順次に變化すると、一般に反射を生ずる多數の角が見出される。此等の角はその正弦が最小投射角の正弦の整数倍である様なものである。この場合に  $n$  は  $0$  (極小角投射 streifende Inzidenz) から始つて、或る最大值迄繼續する整数である。又投射角の各々に屬する  $n$  値を、Miller の面指數が  $(hkl)$  である様な網面の反射の次數 (Ordnung) と名付ける。

抄 録

礦物學及結晶學

6767, 根室海岸普通輝石の化學成分 河野義禮

根室半島に於ける方沸石ドレライト中より産せると考へらるゝ海岸砂中の普通輝石を選び化學分析を行ひ次の結果を得たり。SiO<sub>2</sub> 49.15, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3.39, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3.86, FeO 4.53, MgO 14.27, CaO 22.02, Na<sub>2</sub>O 0.65, K<sub>2</sub>O 0.05, H<sub>2</sub>O+0.82, H<sub>2</sub>O-0.61, TiO<sub>2</sub> 0.91, MnO 0.17, Total 100.43; 之より化學式を算出すれば (Ca, Na, K)<sub>93.2</sub>(Mg, Fe'', Fe''', Mn, Ti)<sub>108.6</sub> [(Si, Al)<sub>200.0</sub>O<sub>600.0</sub>] となり, Warren 又は Deer の與へたる理論式によく一致す。次に輝石構成分子を算出すれば Wo=48.22, En=43.80, Fs=7.98 mol % となり, Wo-En-Fs 三角圖に於て Di+Hd 線より下に位す。本輝石の化學成分は和田木産普通輝石のそれに類似せり。(地學, 54, 251~254, 昭 17)[八木]

6768, 黃銅礦及黃鐵礦の自然發熱 水上克之

積込銅礦の自然發火による墨洋丸の沈没に因を發せる研究にして, 酸化によつて生ずる可溶硫黃を定量し, 乾燥空氣及び溫潤空氣中に於ける 85 日間の酸化率を實測し, 溫氣中に於て遙かに烈しく, その程度は Patagua 産 (Cu 35.11%) の 1.15% より, Panulcillo 産の 0.1 以下に至る差異あるを確かめ, 更に黃銅礦, 黃鐵

礦, 兩者の等量混合物を常溫濕氣流中に 77 日保ち, それぞれ約 0.64, 1.21, 2.55% の酸化率を示すを知り, その混合が自然發熱に大影響あるを明にし, 更に溫度の影響を吟味し, 24 日間にて室溫にて約 0.1, 50°C にて約 0.46, 100°C にて 2.5%, 即ち大體溫度の二乗に比例すること, 酸化熱の蓄積によりて酸化は更に急激に進み, 約 350°C にて燃焼を開始することを實驗せり。

著者は更にその防止法を研究し, 注水は却つて發熱を助長すること, アルカリ及びアルカリ土の水酸化物又は炭酸鹽また同結果を與ふること, 石鹼及び石鹼誘導體特にオレイン酸曹達の添加は, 硫化物を空氣より隔絶してその酸化を防ぎ, 自然發火を完全に防止し得ることを實驗的に確かめたり。(日礦 58, 438~457, 昭 17)[渡邊萬]

6769, 秋田縣龜山盛礦山産青鉛礦 逸見吉之助

方鉛礦, 白鉛礦, 水膽礬等と共生し, 3~5 種の結晶を成す。主として

a(100) c(001) m(110) s( $\bar{1}01$ )  
r(011) e( $\bar{1}11$ ) g( $\bar{2}11$ )

の諸面より成り, 次の 4 種の晶癖を有す。

粒 狀 m+s+c

板 狀 s(板面) m+c(周圍)

平柱狀 s(板面) c(板の側面) r+m+g(端面)

柱 狀 a+s+c(柱面) m(端面)

(地質, 49, 333~334, 昭 17)[渡邊萬]

岩石學及火山學

# 6770, 北支の先震旦紀變成岩類に就て 富田 達

北支の先震旦紀の火成活動及び變成作用を總括すれば A. 最古期, B. 泰山期, C. 桃科期及び D. 輝綠岩期の 4 期に大別さる。時代につきては確證なきも他地方との對比により, A は舊始生代, B は新始生代, C は舊原生代, D は新原生代(震旦紀)と考へらる。最古期は片麻狀石英閃綠岩類にして, その分布は最も廣く, 且大規模に變成作用を蒙れるものゝ如し。泰山期は鹽基性岩に始り酸性岩に終る火成輪廻を示し, 綠簾石角閃片岩, 角閃注入片麻岩, 斑閃岩, アダメロ岩, 黑雲母花崗岩, 花崗閃綠岩, 片麻狀花崗岩, 黑雲母花崗斑岩, アプライト, ペグマタイト等よりなるものなり。本期に於ける變成作用の一因たる花崗岩注入體は殆ど常に微斜長石を有するを最も著しき特徴とし, 之により他の注入體と區別する“標準化石”の如きものと見做し得。桃科期も亦, 鹽基性より酸性に及ぶ輪廻を示し, 陽起石, 綠色片岩, 黑雲母石英閃綠岩, 角閃注入片麻岩, 黑雲母石英閃綠玢岩, ペグマタイト, アプライト等にして種々の混生岩を有す。本期の花崗岩注入體には微斜長石は殆ど存在せず。この期の後に輝綠岩脈, 斑岩の侵入が行はれ, 且此等はいづれも全く變成作用を呈せざるは著しき特徴にして, 地史上重要な事實なり。以上 4 期は A より D に到るに従つて次第に勢力を減ぜり。北支における先カムブリア紀の花崗岩侵入は上記の事實より 3 回(A, B 及び C)ありしものと思考さる。

之をフェノスカンディアの先カムブリア系と對比せり。(地學, 54, 295~326, 昭 17)[八木]

# 6771, Isola di Procida 産の玻璃質粗面岩に就て Parascandola, A.

Isola di Procida の Punta della Lingua には玻璃長石に富み玻璃質粗面岩の熔岩あり。玻璃長石は卓狀, 無色透明にて量最も多く, 大きさは時に 1 cm に達す。之に次ぎ斜長石あり。又少量の普通輝石を有す。普通輝石は綠色にて多色性著しく, (100) (010) (110) 及び (1 $\bar{1}$ 1) にて圍まれたる長柱狀を呈す。本岩石の化學成分は次の如し。SiO<sub>2</sub> 59.54, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 15.12, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 5.33, FeO 1.16, MgO 0.11, CaO 2.14, Na<sub>2</sub>O 8.03, K<sub>2</sub>O 8.81, H<sub>2</sub>O<sub>+</sub> 0.09, H<sub>2</sub>O<sub>-</sub> 0.11, TiO<sub>2</sub> 0.10, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.14, MnO 0.11, 合計 100.79, (Parascandola 分析) アルカリに極めて富めるは著しき特徴なり。(Rend. Accad. Sci. Fisic. Matemat. Napoli, 6, 1~12, 1936)[八木]

# 6772, 彈性波の花崗岩層中を傳波する時間 Birch, F.

最近の室内研究により, 深さに伴つて, 彈性波の速度の變化する割合が近似的に知らるゝに到つた爲, この結果を基礎として, 彈性波の花崗岩層中を走る時間を求めたり。その結果は Leet が New England に於て timed blasts を用ひて實測せる値に極めてよく一致せり。地表に焦點を有する彈性波が花崗岩層中を走る平均表面速度は 568 km では 3.52 km/sec. で次第に減じ 25 km では 3.26 km/sec となる。この曲率は小さ過ぎる爲,



近くの地震の記録からは認め難い。この方法によれば花崗岩類が 2~10km の深さに於ては最も多いことが確められ、之は Leet の New England に於て見出せる事實とも適合す。(Bull. Seism. Soc. Am, 28, 49~56, 1938)[八木]

### 6773, 海水面の變化, 後氷河隆起及び地殻内部の可動性 Guttenberg, B.

海洋學協會により發表されたる値により検討するに、最近數 10 年間に海水面は 1 世紀につき平均 11cm 上昇せる事を知れり。この原因はハドソン灣、ボスニヤ灣等後氷河隆起のある大洋域の海底隆起、氷河の融解、土砂の沈積等なり。フェノスカンヂャは氷河融解に起因する地殻平衡的運動により最近著しき上昇を示し、その最も著しき中央にては現在 1 世紀につき 1 米の割合にて隆起しつつあり。北米に於ても全く同様なる後氷河隆起現象の行はれつつあるを見る。即ち之等の現象より、氷河の融解に基く質量の不足により地殻内の柔粘性流が地殻平衡的に行はれる事が明である。(Bull. Geol. Soc. Am. 52, 721~772, 1941)[八木]

### 6774, 蘭領ニューギニア, ホーゲルコツプ半島北東岸の地形學的並に地質學的觀察 田山利三郎

著者は昭和 15 年 2 月 3 日~5 月 7 日に及ぶニューギニア植物探檢旅行隊の一員として、現地に約 2 ヶ月滞在し、その地質學的觀察を本文に發表せり。ホーゲルコツプ半島の地形はよく熱帶地形の特質を示し、谷の密度は大にして、山形は鋭く、草木に被はれて岩石の露出悪く、山地は

全て深谷により解折さる。海成段丘及び河岸段丘はよく發達し數段を算する所もあり。珊瑚礁は我南洋の如き太平洋の中央にあるものと異り、ニューギニア式のものが発達す。地質はジュラ紀以後のものは主に石灰岩なり。火山岩の分布は極めて乏しく、火口を有する火山は Kwoka, Arfak の 2 火山のみなり。(東北大地質邦報, 37, 1~84, 昭 17)[八木]

## 金屬礦床學

### 6775, 石英粗面岩と新期金礦脈に就ての考察 平井榮一

佐渡金山に永く在勤せる著者の渡邊懸賞當選論文にして、同金山に於ける著者の觀察を要約し、平行斷層成生以前の青磐脈が石英粗面岩塊の頂點を貫ぬく大立脈、鰐口脈、中尾脈の上端が、第三紀層中を貫ぬく部分に當ること、七助脈及び大切脈が石英粗面岩塊の側斜面をほぼ直角に貫ぬくことに着目し、それらの源となれる裂罅の成生が火成岩の進入に關係ありたるを論じ、その機構を考察し、且つ礦液が本火成岩自體の分泌物なること、その集中が上部に多く下部に少き所以を論じ、礦腹下部の劣勢なる理由とし、更に第一次富礦帶が、火成岩の邊緣特に第三紀層中に主として發達し、火成岩の内部に及ばざるを明かにし、礦脈の深さが長さの 1/2 なりとの一般論に對する吟味を試みたり。(日鑛, 58, 425~431, 昭 17 [渡邊萬])

註 本論文中火成岩と礦脈との關係に關する所論は極めて示唆に富む所あり、

その問題の性質上、必ずしも確證を挙げ得ざらむも、今後の検討に値する所少なからず。

**6776, ビルマ中部の一錫タングステン礦床** Dunn, J. A.

ペゲーの北方 Mawchi 附近に在り、レンズ狀石灰岩を夾める珪質粘板岩及び砂岩の累層が花崗岩に貫ぬかれたる部分に於て、兩者を貫ぬく礦脈にして、現に稼行中のもののみにても 27 條を加ふ。何れも走向 NNE、長さ 60 乃至 90 米、主として錫石、狼鐵礦、灰重石、石英、方解石、電氣石等より成り、この外多少の黃鐵礦、黃銅礦、硫砒鐵礦、閃亜鉛礦、方鉛礦、輪水鉛礦、輝蒼鉛礦、螢石、綠柱石、phenacite、柘榴石、正長石、白雲母等より成り、縞狀を呈するも、中には砂狀の石英及び錫石のみを主とするものあり、その兩側の花崗岩また錫石及び多少の狼鐵礦、灰重石、電氣石等に礦染せらる。(Rec. Geol. Surv. India, 73, 1938, 209~237) [渡邊萬]

**6777, ビルマ南部の一錫タングステン礦床** Dunn, J. A.

Javoy 地方 Hermyingyi 附近の錫タングステン礦床も前者に類し、前寒武利亞紀 Mergui 系の珪岩、粘板岩、集塊岩、礫岩、石灰岩等が花崗岩に貫ぬかれたる部分にて双方を貫ぬく礦脈にして、延長 150~300 米、幅 25~140 呎のもの約 60 條、主として狼鐵礦、錫石、黃鐵礦、閃亜鉛礦、黃銅礦、方鉛礦、輝蒼鉛礦、輝水鉛礦、自然蒼鉛等と石英、白雲母、螢石、黃石等より成れど、電氣石、柘榴石、灰重石等は之を缺き、母岩はグライゼン化して石英

及び雲母に富む。(Rec. Geol. Surv. India, 73, 1938, 238~246) [渡邊萬]  
**6778, 南ローデシヤ Insira-Fort Rixon 金山帶の地質礦床** Tyndale-Biscoe, R.

南緯 20°, 東經 29°15' 附近に位する Fort Rixon を中心とし、その南北に亘る細長き片岩帶と、その周圍を圍む花崗岩帶とから成り、南部に於ては一段高く森林に被はれたる片岩帶と、その周圍の樹木少き花崗岩帶とはその對照著し。片岩帶は古きの順に下部沈澱帶(雲母質石英片岩、片狀礫岩等、綠色岩帶(變閃綠岩、角閃岩、角閃片岩、綠泥片岩等)上部沈澱帶(片狀礫岩、雲母片岩等、蛇紋岩及び滑石片岩に分れ、強で花崗岩及び珪長岩の侵入、石英脈の發達、粗粒玄武岩脈の侵入を見たり。礦床は片岩帶東側の擾亂帶に沿ひて多數分布し、中にも著るしきを Kamchatka, Nelly, Claremont and Nelly Extra 等とす。Kamchatka 礦床は層理に沿ひて西約 45° に傾斜する二條の平行脈にて、千枚岩及び banded ironstone を交代し、幅 25~40 呎、石英斑岩を挾んでその上下に發達す。主として露天掘により 1936~39 年の產出礦石 10.3 萬噸より 4,653 オンスの金を青化法にて得らる。Nelly は礦化せる片岩の層理に沿へるレンズ狀石英脈にて、Nelly Leader なる 2 平行脈と共に從來の產額 92,192 オンス(礦石 142 萬噸より)、Claremont また片岩の擾亂帶に發達せるレンズ狀石英脈群より成る。(Short. Rept. S. Rhodesia Geol. Surv. 32, 1~

23, 1940)[渡邊萬]

6779, 金門島産吳須土からコバルト抽出  
試験 平塚隆治

金門島は支那廈門島東方8軒にある、  
小島にして、本當のコバルト礦は鐵マン  
ガンと共に露天化作用を受けて流出し、  
酸化物となり、礫狀、塊狀又は層狀に沈積  
せる吳須土なり。主として地下淺所の赤  
土中に礫層をなせども、中央部にては片  
麻岩上に良品位のもが礫又は塊となり  
て存す。代表的なる礦石の成分は次の如  
し。

$\text{SiO}_2$  60%,  $\text{Mn}$  15%,  $\text{Fe}$  4%,

$\text{Co}$  0.4%,  $\text{Ni}$  0.03%

之はコバルトとしてはきはめて貧礦なれ  
ども、外礦の移入なき場合には用ひざる  
可らず。原礦を細粉とし、硫酸に溶し、濾  
液をアムモニアにてアルカリ性となし、  
鐵、マンガン等の共存するまゝ、不溶性電  
極を用ひて電解せるに、金屬コバルトは  
豫想外に純度高く不純物は  $\text{Fe}$  0.34,  $\text{Mn}$   
0.16,  $\text{Ni}$  0.10 合計 0.60% なりき。(地  
質調査所輯報, 1, 40, 昭 17)[八木]

## 窯業原料礦物

6780, 螢石の用途と産額 Davis, H.W.,  
Trought, M. E.

螢石の最も主なる用途は製鋼用、次は  
弗酸の製造にして、ガラス工業、エナメル  
工業これに並ぎ、高級鐵鑄、合金鐵、炭素  
電極、アルミニウム還元、稀金屬の抽出、  
セメント、カーバイド、ペイント、研磨劑  
の膠結用等にも用ゐられる。

近年に於けるその最も主なる産出國は

米國、ドイツ、ソ聯、英國等にして、例へば  
1938 年には米 7,2940, 獨 14,9155, 英  
3,3366, ソ聯(1937 年約 7,000)延にして、  
米國に於てはケンタツキー、イリノイ兩  
州、ドイツに於てはババリヤを主産地と  
す。(U. S. Dept. Interior, Minerals  
Yearbook, 1940, 1333~1351)[渡邊萬]  
6781, 炭酸マグネシウムの製造と其の實  
驗報告 梶原政治

ゴム工業用炭酸マグネシウムを滿洲大  
石橋産菱苦土岩より製造するための實驗  
にして、これを  $900^\circ\text{C}$  内外に熱し、 $\text{MgO}$   
78.74, 灼減 8.18,  $\text{SiO}_2$  9.89% のもの  
を得、その粉末を水中に保ちて  $\text{CO}_2$  を通  
じ、 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  の溶液となし、これに過  
熱の蒸氣を通じて  $60^\circ\sim 90^\circ\text{C}$  に暖め、  
 $\text{MgCO}_3$  の沈澱を得、濾過成型乾燥粉碎篩  
別して使用に供す。これに好適なる條件  
次の如し。

(1) 溶解の際は水 1000 に對し  $\text{MgO}$  20  
の割合にし、攪拌を充分にするを要す。  
粉碎は 150 メシ以下にて可、 $\text{CO}_2$  を通ず  
る前に 4 晝夜ほど浸水し置くべし。

(2) 沈澱の際には  $60^\circ\sim 90^\circ\text{C}$  にて大差  
なく、57% 溶液は  $75^\circ\text{C}$ 、毎分 1000 迴轉  
の攪拌にて 120 分にて充分なり。溶液  
2% 以下なる時は製品輕質となり且つ  
不透明となる。

(3) 成型の際は 9 倍までの水を保有せ  
しめて可なり。

(4) 乾燥温度は  $140^\circ\text{C}$  まで可なり。

(5) 乾燥物の粉碎は 100 メシにて可な  
り。(窯協, 50, 405~410, 昭 17)[渡邊萬]  
6782, 無水珪酸の結晶に關する熱力學的



性質 Mosesman, M. A., Pitzer, K. S.

石英、鱗珪石(tridymite)、方珪石(cristobalite)の相互安定度を知るため、370°~625°K (97°~352°C) に於けるそれらの分子熱容量( $H=\text{cal/mole}$ )を測定し、方珪石及び鱗珪石の熱容量の差を求め、熱力學的計算を施し、轉移點及び融解點に關する種々恆數を定めたり。その一部分を抄録すれば次の如し。

$\alpha \rightarrow \beta$ 方珪石	225~262°Ct
$\alpha \rightarrow \beta_1$ 鱗珪石	~117
$\beta_1 \rightarrow \beta_2$ "	~163
$\beta_2 \rightarrow \beta_3(?)$	225
石英 $\rightarrow$ "	867
鱗珪石 $\rightarrow$ 方珪石	1470
石英 $\rightarrow$ 方珪石	1027
	(650 atm 以下准安定)
方珪石 $\rightarrow$ 融體	1713
石英 $\rightarrow$ "	1610
	(1170 atm 以下准安定)

(J. Am. Chem. Soc. 63, 2348, 1941)

[渡邊萬]

## 参 考 科 學

6783, 海水及び大氣の炭酸ガス系とその平衡 Buch, K.

海水の炭酸系は周知の如く、海水中的イオンと分子と、炭酸ガスと過剰の鹽基、換言すれば、水、及びそのイオン、炭酸ガス、炭酸及びそのイオン、並に滴定により定量し得る過剰鹽基間に成立するものなり。これを支配するは質量作用の法則にして、その成分中2が知らるれば系を全體として計算し得る。分析により決定し

うる最も便利なる因子は、滴定し得る鹽基とpHなり。海水中に於ける炭酸石灰の溶解度は炭酸系の状態、即ちpHと過剰鹽基の値を知れば求めらる。更に海水と大氣間に於ける炭酸ガス系の平衡關係を明にするを得。一般に海水及び大氣中の炭酸ガス分壓はほぼ等しきも、所によりて差異ありて、北氷洋に於ける大氣は他の海岸又は大陸の大氣よりも炭酸に乏しく、少くも夏期は北氷洋の海水は大氣よりも炭酸ガスの分壓小さく、大氣中より炭酸ガスを吸収するものと信ぜらる。(Assoc. Océan. Phys. Proc. 2, 147~149, 1937)[八木]

6784, 山雲の形態と之に連關せる氣流阿部正直

富士山の如き孤立せる山の上部及び附近に生ずる雲の形態と氣流状態との關係を求むる爲に立體寫眞及び活動寫眞を用ひて運片の運動を追跡し、又 wind channel を造り模型の富士山を用ひて氣流状態を實驗により再現して研究を行へり。

この結果雲の形態と氣流状態、即ち風速、風の方角の變化、上昇又は下降氣流、不連續面の存在との間に存する關係、特に山雲生成の機構が明瞭となれり。又山の風下側の垂直氣流による回轉する雲形を觀察し、特に“ツルシ”と稱する雲の特徴を研究し、その生成機構に關して結論を得たり。終に各山雲の新しき分類を試みたり。(中央氣象臺報, 7, 93~145, 昭16)[八木]



# 本 會 役 員

會長 神津 淑 祐

幹事兼編輯 渡邊 萬次郎 高橋 純一 坪井 誠太郎

鈴木 醇 伊藤 貞市

庶務主任 竹內 常彦 會計主任 高根 勝利

圖書主任 大森 啓一

# 本 會 顧 問 (五十名)

伊木 常誠	石原 富松	上床 國夫	大井上義近	大村 一藏
加藤 武夫	木下 龜城	木村 六郎	竹內 維彦	立岩 巖
田中 館秀三	中尾 謹次郎	野田 勢次郎	原田 準平	福田 連
藤村 幸一	福富 忠男	保科 正昭	本間 不二男	松本 唯一
松山 基範	松原 厚	山口 孝三	山田 光雄	山根 新次
井上 禧之助				

# 本誌抄録欄擔任者 (五十名)

大森 啓一	加藤 啓雄	河野 義禮	木崎 喜雄	北原 順一
鈴木 廉三九	高根 勝利	高橋 純一	竹內 常彦	根橋 雄太郎
増井 淳一	八木 健三	渡邊 萬次郎		

編輯兼本名 隆 志  
發行人

仙臺市東北帝國大學理學部内

印刷人 笹 氣 幸 助

仙臺市國分町 88 番地

印刷所 笹 氣 印 刷 所

(東宮103) 仙臺市國分町 88 番地

發行所 日本岩石礦物礦床學會

仙臺市東北帝國大學理學部内

日本出版文化協會會員番號222156

配給元 日本出版配給株式會社

東京市神田區淡路町 2 丁目 9 番地

發賣所 丸 善 株 式 會 社

東京市日本橋區通 2 丁目

(振替東京 5 番) 承認番號 41

昭和 17 年 10 月 25 日印刷

昭和 17 年 11 月 1 日發行

本會入會申込所

仙臺市東北帝國大學理學部内

日本岩石礦物礦床學會

本會會費發送先

同學會内 高 根 勝 利

(振替仙臺 8825 番)

本 會 會 費

半ヶ年分 4 圓 (前納)  
1ヶ年分 8 圓

本誌定價(會員外)

1 部 80 錢 (外郵稅 1 錢)

本誌廣告料

普通頁 1 頁 20 圓

---

**The Journal of the Japanese Association  
of  
Mineralogists, Petrologists and Economic Geologists.**

---

**CONTENTS.**

- Garnet from Nishi-dô-hira ..... S. Kôzu, R. H. and K. Ohmori, R. H.  
Optical orientation and other properties of triclinic feldspars  
(III) Andesine(2) ..... I. Katô, R. S.  
Editorials and reviews:  
Behaviour of hydrogen in crystals (III) ..... K. Takané, R. H.  
Crystal structure ..... K. Ohmori, R. H.

**Abstracts :**

- Mineralogy and crystallography.* Chemical studies of common  
augite from the beach of Nemuro etc.  
*Petrology and volcanology.* Pre-Sinian metamorphic rocks in North  
China etc.  
*Ore deposits.* Some studies for liparite and younger vein etc.  
*Ceramic minerals.* Uses and production of fluorite etc.  
*Related science.* Carbon dioxide in sea water and atmosphere  
and its equilibrium etc.

---

Published monthly by the Association, in the Institute of  
Mineralogy, Petrology and Economic Geology,  
Tôhoku Imperial University, Sendai, Japan.